

AUS DEM MEDIZINISCHEN ZENTRUM FÜR ZAHN-, MUND UND
KIEFERHEILKUNDE

ABTEILUNG FÜR KINDERZAHNHEILKUNDE

(Direktor: Prof. Dr. Klaus Pieper)

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

**Retrospektive Studie zum Überleben von Fissurenversiegelungen:
Ein Vergleich zwischen Zahnärzten einer Universitätszahnklinik,
Zahnärzten in der Praxis und Studenten der Zahnmedizin**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt

von
Rebekka Marielisa Dörr
aus Marburg

Marburg 2017

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Philipps-Universität Marburg
am: 07. Juni 2017

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Herr Prof. Dr. Helmut Schäfer
Referent: Frau Prof. Dr. Anahita Jablonski-Momeni
Korreferent: Herr PD Dr. Matthias Roggendorf

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
1. Einleitung	5
2. Literaturübersicht	7
2.1. Die Fissurenversiegelung	7
2.2. Kariesprophylaktischer Effekt	10
2.3. Indikation und Kontraindikation	13
2.4. Klinisches Vorgehen	15
2.5. Definition von Erfolg und Misserfolg	19
2.6. Prognose	21
2.7. Einfluss verschiedener Parameter auf den Erfolg und Misserfolg	23
2.7.1. Abhängigkeit vom Parameter Geschlecht	23
2.7.2. Abhängigkeit vom Parameter Alter	23
2.7.3. Abhängigkeit vom Parameter dmf-t/DMF-T	24
2.7.4. Abhängigkeit vom Parameter Allgemeine Anamnese	28
2.7.5. Abhängigkeit vom Parameter Zahngruppe	28
2.7.6. Abhängigkeit vom Parameter Ober-/Unterkiefer	29
2.7.7. Abhängigkeit vom Parameter Fissurenreinigung	30
2.7.8. Abhängigkeit vom Parameter Trockenlegung	32
2.7.9. Abhängigkeit vom Parameter Fluoridierung	34
2.7.10. Abhängigkeit vom Parameter Versiegelungsmaterial	34
2.7.11. Abhängigkeit vom Parameter Recallanzahl	37
2.7.12. Abhängigkeit vom Parameter Behandlergruppe	39
3. Zielsetzung	42
4. Material und Methode	44
4.1. Studiendesign	44
4.2. Auswahl der Patientenakten/Patientendateien	44
4.3. Sichtung der Akten/Dateien	45
4.4. Datenerfassung	46
4.4.1. Patientenbezogene Daten	46
4.4.2. Zahnbezogene Daten	47

4.5. Berechnung des Gesamtbeobachtungszeitraums	50
4.6. Definition von Erfolg und Misserfolg	50
4.7. Statistische Auswertung	51
5. Ergebnisse	52
5.1. Patientenbezogene Ergebnisse	52
5.1.1. Erstbehandlungsjahre der Patienten	52
5.1.2. Alter der Patienten	52
5.1.3. dmf-t Werte der Patienten	53
5.1.3.1. Subgruppen dmf-t Werte der Patienten	54
5.1.3.2. Subgruppen dmf-t Werte der Behandlergruppen	54
5.1.4. DMF-T Werte der Patienten	54
5.1.4.1. Subgruppen DMF-T Werte der Patienten	55
5.1.4.2. Subgruppen DMF-T Werte der Behandlergruppen	55
5.1.5. Fissurenversiegelungsanzahl der Patienten	56
5.2. Zahnbezogene Ergebnisse	56
5.2.1. Zahntypen der Fissurenversiegelungen	56
5.2.2. Recallanzahlen der Fissurenversiegelungen	57
5.3. Gesamtbeobachtungszeitraum	58
5.4. Ergebnisse und Überlebenswahrscheinlichkeiten (Kaplan-Meier)	58
5.4.1. Überleben aller Fissurenversiegelungen	58
5.4.2. Abhängigkeit vom Parameter Geschlecht	59
5.4.3. Abhängigkeit vom Parameter Alter	60
5.4.4. Abhängigkeit vom Parameter dmf-t	61
5.4.5. Abhängigkeit vom Parameter DMF-T	62
5.4.6. Abhängigkeit vom Parameter Allgemeine Anamnese	63
5.4.7. Abhängigkeit vom Parameter Zahngruppe	64
5.4.8. Abhängigkeit vom Parameter Ober-/Unterkiefer	65
5.4.9. Abhängigkeit vom Parameter Fissurenreinigung	66
5.4.10. Abhängigkeit vom Parameter Trockenlegung	68
5.4.11. Abhängigkeit vom Parameter Fluoridierung	69
5.4.12. Abhängigkeit vom Parameter Versiegelungsmaterial	70
5.4.13. Abhängigkeit vom Parameter Recallanzahl	72
5.4.14. Abhängigkeit vom Parameter Behandlergruppe	73

6. Diskussion	75
6.1. Material und Methode	75
6.1.1. Untersuchungsgut	75
6.1.2. Datenerfassung	76
6.1.3. Wahl der kleinsten Untersuchungseinheit	77
6.1.4. Definition von Erfolg und Misserfolg	78
6.1.5. Statistische Auswertung	79
6.2. Ergebnisse	80
6.2.1. Überlebenswahrscheinlichkeit/Gesamtbeobachtungszeitraum	80
6.2.2. Abhängigkeit vom Parameter Geschlecht	81
6.2.3. Abhängigkeit vom Parameter Alter	81
6.2.4. Abhängigkeit vom Parameter dmf-t	83
6.2.5. Abhängigkeit vom Parameter DMF-T	84
6.2.6. Abhängigkeit vom Parameter Allgemeine Anamnese	84
6.2.7. Abhängigkeit vom Parameter Zahngruppe	85
6.2.8. Abhängigkeit vom Parameter Ober-/Unterkiefer	86
6.2.9. Abhängigkeit vom Parameter Fissurenreinigung	87
6.2.10. Abhängigkeit vom Parameter Trockenlegung	88
6.2.11. Abhängigkeit vom Parameter Fluoridierung	89
6.2.12. Abhängigkeit vom Parameter Versiegelungsmaterial	90
6.2.13. Abhängigkeit vom Parameter Recallanzahl	92
6.2.14. Abhängigkeit vom Parameter Behandlergruppe	93
6.3. Klinische Relevanz	95
7. Zusammenfassungen	99
7.1. Zusammenfassung	99
7.2. Summary	101
8. Literaturverzeichnis	103
9. Verzeichnis der akademischen Lehrer	118
10. Anhang	119
11. Danksagung	120

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
Abb.	Abbildung
BEMA	Bewertungsmaßstab zahnärztlicher Leistungen
bzw.	beziehungsweise
FV	Fissurenversiegelung
GOZ	Gebührenordnung für Zahnärzte
IP	Individualprophylaxe
k.A.	Keine Angabe
LED	light-emitting diode
Tab.	Tabelle
WHO	World Health Organization
ZA	Zahnärztin/Zahnarzt
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

In der Zahnmedizin stellt Karies immer noch ein signifikantes Problem dar, sie gehört nach wie vor zu den häufigsten Erkrankungen in der Bevölkerung [Jordan und Micheelis 2016]. Sie ist eine Erkrankung der Zahnhartsubstanz, die unbehandelt zur progredienten Zerstörung des Zahnes und schließlich auch zum Zahnverlust führen kann [Lehmann und Hellwig 2005]. Bis etwa zum 13./14. Lebensjahr konzentriert sich der Kariesbefall mit 60 bis über 90% auf die Fissuren und Grübchen der bleibenden Molaren [Hannigan et al. 2000, Kühnisch et al. 2001, 2003, 2008]. Die Kauflächen der bleibenden Molaren von Kindern und Jugendlichen sind somit die am stärksten gefährdetsten Zahnflächen für Kariesentstehung [Hickel et al. 2010, Babu et al. 2014].

Eine wirksame Prophylaxemaßnahme gegen Kariesentwicklung an diesen Flächen stellt die Fissuren- und Grübchenversiegelung dar [Babu et al. 2014]. Sie ist heute ein wesentlicher Bestandteil der zahnärztlichen Betreuungsstrategie von Kindern und Jugendlichen und dient speziell der Reduzierung des Kariesbefalls an den okklusalen Zahnflächen [Neusser et al. 2014]. Unter einer Fissuren- und Grübchenversiegelung wird der vorsorgliche Verschluss der kariesanfälligen Fissuren und Grübchen mit Hilfe der Applikation eines in der Regel dünnfließenden und aushärtenden Kunststoffmaterials verstanden. Die Entstehung eines kariösen Prozesses an diesen Flächen soll dadurch verhindert und bereits vorhandenen kariöse Frühstadien gestoppt werden [Welbury et al. 2004]. Das ausgehärtete Material der Versiegelung verbleibt dauerhaft auf den Zahnflächen [Neusser et al. 2014]. Kariogenen Mikroorganismen und Substraten ist der Zugang zu den Fissuren und Grübchen nicht mehr möglich [Hellwig et al. 2009] und das ursprünglich plaqueretentive Fissurenrelief wird in eine prophylaxefähige Oberfläche umgewandelt [Pieper und Momeni 2006].

Zwar konnte in den letzten Jahrzehnten ein drastischer Kariesrückgang durch Prophylaxemaßnahmen bei Kindern und Jugendlichen verzeichnet werden, welcher als „Caries decline“ in die Literatur eingegangen ist, allerdings besteht immer noch Handlungsbedarf auf dem Gebiet der Kariesvermeidung [Künzel et al. 2000, Pieper und Schulte 2004, Schulte et al. 2006, Pieper 2010, Jordan und Micheelis 2016]. Fissurenversiegelungen tragen nachweislich zur Zahngesundheit und Kariesreduktion bei [Kühnisch et al. 2010, Pieper et al. 2012, Ahovuo-

Saloranta et al. 2013, Neusser et al. 2014]. Verschiedene Untersuchungen konnten einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen geringer Karieserfahrung und Fissurenversiegelungen im Vergleich zu Kindern und Jugendlichen ohne Versiegelungen aufzeigen [Micheelis und Schiffner 2006, Momeni et al. 2007, Jablonski-Momeni et al. 2014, Jordan und Micheelis 2016]. Die Fissurenversiegelung stellt einen entscheidenden Schlüssel dar, um das Ziel weiterer Kariesreduktion zu erreichen und bietet bei richtiger Indikationsstellung die Chance auf naturgesunde Zähne bis in das hohe Alter hinein.

Die Retention der Fissuren- und Grübchenversiegelung am Zahn ist der wichtigste Faktor für einen langfristigen kariesprotektiven Effekt [Ripa 1993b] und stark von der Qualität der Versiegelung abhängig [Riethe 1988]. Verschiedene Studien zeigen nicht zu vernachlässigende Qualitätsmängel der Fissuren- und Grübchenversiegelung auf. Die Überlebensrate einer Versiegelung kann durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst werden [Kühnisch et al. 2010]. Als Ursache für Defekte oder Verluste von Versiegelungen wurden in der Vergangenheit oft Materialfehler verantwortlich gemacht. Mittlerweile werden vor allem Verarbeitungsfehler des Behandlers bei der Durchführung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung als Ursache für Misserfolge angenommen [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 1999].

Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Studie sollte der Einfluss verschiedener Parameter auf das Überleben von Fissurenversiegelungen überprüft werden. Darüber hinaus stellte diese Studie die erste Evaluation der Versiegelungstherapien der Abteilung für Kinderzahnheilkunde der Zahnklinik der Philipps-Universität Marburg dar und diente zur internen Qualitätsprüfung, sowie der Beurteilung des Lehrkonzeptes, Fissuren- und Grübchenversiegelungen in den praktischen Studentenkursen des 10. Fachsemesters Zahnmedizin anzubieten.

2. Literaturübersicht

2.1. Die Fissurenversiegelung

In der heutigen Zeit stellt die Zahnkaries immer noch ein signifikantes Problem in der Zahnmedizin dar, sie gilt weltweit als die häufigste Krankheit. Global leiden mehr als 2,4 Milliarden Menschen an unbehandelter Karies [Jordan und Micheelis 2016]. Sie ist auch die häufigste chronische Kindererkrankung der Zähne und der Hauptgrund für Zahnverluste [Bohannon 1983, Eccles 1989, Babu et al. 2014]. Bei Kindern und Jugendlichen sind die Kauflächen der bleibenden Molaren die am stärksten gefährdeten Zahnflächen für Kariesbefall [Manton und Messer 1995, Rozier 1995, Hannigan et al. 2000, Fejerskov et al. 2008, Hellwig et al. 2009, Brauckhoff et al. 2009, Hickel et al. 2010, Babu et al. 2014]. Die Forschung hat gezeigt, dass bis zum 13./14. Lebensjahr 60 bis über 90% der Karies an diesen Flächen entsteht [Ripa et al. 1985, Brown et al. 1996, Kaste et al. 1996, Heinrich-Weltzien et al. 1998, Hannigan et al. 2000, Kühnisch et al. 2001, 2003, 2008], während sie nur etwa 12,5% aller Zahnflächen insgesamt ausmachen [Hellwig et al. 2009]. Sie stellen eine bevorzugte Stelle für Kariesentstehung dar, eine sogenannte Prädispositionsstelle [Fejerskov et al. 2008].

Die hohe Anfälligkeit für Karies steht in direktem Zusammenhang mit der Morphologie dieser Flächen, welche aus tiefen Fissuren und Grübchen besteht [Splieth et al. 2007, Babu et al. 2014]. Fissuren sind Spalten oder Einschnitte im Kauflächenrelief [Laurisch 2010], welche die Höcker der Kauflächen voneinander abgrenzen [Lehmann et al. 2012]. Als Grübchen werden tiefe Einbuchtungen bezeichnet, an denen die Fissuren der Kauflächen zusammenlaufen [Rozier 1995, Fejerskov et al. 2008, Brauckhoff et al. 2009]. Es gibt erhebliche Unterschiede in Form und Tiefe der Fissuren und Grübchen. Sie können sehr schmal oder ampullenförmig sein [Lehmann et al. 2012] und einer Reinigung dadurch schwer zugänglich [Laurisch 2010], wie auch der Selbstreinigung der Zähne durch Zunge, Wangen und Lippen.

Die Morphologie fördert die Anhaftung von Zahnbelägen und damit die Entstehung von Plaque [Splieth et al. 2007, Babu et al. 2014]. Plaque ist ein strukturierter und zäher Zahnbelag, der aus Bakterienzellen sowie einer interzellulären Matrix besteht [Lehmann und Hellwig 2005] und sich auf den in die Mundhöhle

hineinragenden Teilen des Zahns bildet [Neusser et al. 2014]. Die Plaqueansammlung ist am größten während des Zahndurchbruchs [Carvalho et al. 1989, Fejerskov et al. 2008]. Erst wenn der Zahn die Okklusionsebene und den Kontakt zum antagonistischen Zahn erreicht hat, nimmt die Plaqueansammlung ab [Micheelis und Schiffner 2006].

Karies entsteht prinzipiell überall dort, wo Plaque nicht entfernt wird und für eine ausreichend lange Zeit verbleibt [Laurisch 2010, Neusser et al. 2014]. Bei der Karies handelt es sich um eine lokale Erkrankung der Zähne, die mit der Zerstörung der Zahnhartsubstanz einhergeht. Sie beginnt mit der Mineralauflösung des Schmelzes, der sogenannten Demineralisation. Diese erfolgt durch die Tätigkeit säurebildender Bakterien, die sich in der Zahnplaque befinden. Nach der Demineralisation der Hartsubstanz werden auch die organischen Bestandteile des Zahns durch Bakterien abgebaut. Ohne Behandlung ist die Karies ein fortschreitendes Krankheitsbild, das schließlich zum Zahnverlust führt [Lehmann und Hellwig 2005]. Die tiefen Fissuren und Grübchen der Molaren bieten ein besonders günstiges Umfeld für diese Bakterien und somit für das Vorantreiben einer Kariesentstehung. Insbesondere niedermolekulare Kohlenhydrate werden durch diese Bakterien in demineralisierende Säuren umgewandelt [Babu et al. 2014]. Wenn die Demineralisation an der Zahnoberfläche die schützenden und remineralisierenden Einflüsse übersteigt, entsteht schließlich eine Karies [Buchalla 2012]. Oft reicht der Boden der Fissuren bis nahe an die Schmelz-Dentin-Grenze, so dass eine beginnende Karies rasch in das Dentin vordringen und sich unterminierend ausbreiten kann [Hellwig et al. 2009].

Als Ursache der hohen Kariesanfälligkeit der Fissuren und Grübchen werden neben der erhöhten Plaqueretention [Carvalho et al. 1992] daher auch die geringe Schmelzdicke im Fissurenfundus [Rohr et al. 1991] angesehen, sowie die fehlende Schmelzreifung unmittelbar nach dem Zahndurchbruch und ein begrenzter kariesprotektiver Fluoridgehalt zur Remineralisation in der Tiefe der Fissur [Pearce 1999, Irmisch 2003]. Dies begründet letztendlich die Notwendigkeit einer wirksamen und frühzeitigen präventiven Intervention an diesen Zahnflächen [Hickel et al. 2010].

Der effizienteste Weg, um Karies der Fissuren und Grübchen zu verhindern, ist eine Abdichtung dieser im Sinne einer Fissuren- und Grübchenversiegelung [Babu

et al. 2014] und damit der Schaffung einer glatten, leicht zu reinigenden Oberfläche [Pieper und Momeni 2006]. Unter der Fissuren- und Grübchenversiegelung wird der vorsorgliche und nicht invasive Verschluss der kariesanfälligen Fissuren und Grübchen mit Hilfe der Applikation eines Materials, in der Regel eines dünnfließenden und aushärtenden Kunststoffmaterials, verstanden. Die Entstehung eines kariösen Prozesses an diesen besonders anfälligen Zahnflächen soll dadurch verhindert und auch bereits vorhandene kariöse Frühstadien gestoppt werden [Welbury et al. 2004]. Ziel ist es, die Grübchen und Fissuren so dicht zu verschließen, dass kariogene Mikroorganismen und kariogenes Substrat keinen Zugang mehr finden können. Zudem sollen noch vorhandene Mikroorganismen unter der Versiegelung zugrunde gehen [Hellwig et al. 2009]. Das ausgehärtete Material der Versiegelung verbleibt dauerhaft auf den Zahnflächen, um diese langfristig zu schützen [Neusser et al. 2014].

Unter einer erweiterten Fissurenversiegelung versteht man im Vergleich dazu, wenn kariesverdächtige Fissuren und Grübchen mit einem kleinen kugelförmigen oder spitzen Diamantschleifer schonend eröffnet werden und minimal kariös veränderte Schmelz- und Dentinbereiche entfernt werden. Die entstandene Kavität wird mit einer Füllung versorgt und das restliche Fissurenrelief anschließend versiegelt [Lehmann und Hellwig 2005].

Nachdem es in der Vergangenheit viele Versuche gab, die Entwicklung von Karies an den okklusalen Zahnflächen zu verhindern, erkannte Buonocore [1955], dass durch Ätzung der Schmelzoberfläche mit Phosphorsäure eine deutlich erhöhte Haftung von Materialien am Zahn erzielt werden kann und empfahl die Nutzung dieser Erkenntnis zur Verwendung von erfolgreichen Grübchen- und Fissurenversiegelungen zur Kariesprävention. Buonocore und seine Mitarbeiter veröffentlichten 1967 ihre Arbeit über die erfolgreiche Anwendung von Versiegelungen der Grübchen und Fissuren und beschrieben damit erstmalig die heute bekannte Fissuren- und Grübchenversiegelung [Cueto und Buonocore 1967]. Dieser Erfolg basierte neben den Studien über die Vorbehandlung von Schmelzoberflächen durch Ätzung [Buonocore 1955], auch auf der erfolgreichen Entwicklung eines organischen Kunststoffes, welcher in situ ausgehärtet werden konnte [Bowen 1970]. So wurden in den frühen 1970er Jahren in den USA die

ersten Versiegelungen von einigen Zahnärzten in der Praxis eingesetzt [Weintraub und Burt 1987].

In Deutschland ist die Fissuren- und Grübchenversiegelung mit aushärtendem Kunststoffmaterial Bestandteil der Individualprophylaxe von Kindern und Jugendlichen und gesetzlich im fünften Sozialgesetzbuch durch § 22 Absatz 3 [Sozialgesetzbuch Fünftes Buch 2012], sowie über die Richtlinien des Bundessausschusses der Zahnärzte und der Krankenkassen geregelt [Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen 2012]. Im Jahr 1993 wurde sie zunächst für 6- bis 11-Jährige an den ersten und zweiten bleibenden Molaren in allen Kieferquadranten als eine Leistung der gesetzlichen Krankenkassen als BEMA IP5-Position eingeführt, die auch von den privaten Krankenkassen als GOZ Position 2000 übernommen wurde [Bundeszahnärztekammer 2013, Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung 2012, Verband der Privaten Krankenversicherungen 2013]. Die Versiegelungen der Fissuren und Grübchen der bleibenden Molaren stehen mittlerweile allen Kindern und Jugendlichen zwischen 6 und 17 Jahren kostenfrei zur Verfügung [Kühnisch et al. 2010].

2.2. Kariesprophylaktischer Effekt

Unter Prophylaxe bzw. Prävention werden vorbeugende Maßnahmen verstanden, die dem Erhalt der Gesundheit dienen, sowie der Verhütung von Krankheiten [Pschyrembel 1994, Lehmann und Hellwig 2005], mit dem Ziel, Gesundheit und Leistungsfähigkeit bis ins hohe Alter zu erhalten [Pschyrembel 1994].

Mit geeigneten Prophylaxemaßnahmen können an den Zähnen kariöse Läsionen vermieden oder in ihrer Progression aufgehalten werden [Longbottom et al. 2009]. Die Fissuren- und Grübchenversiegelung zielt als zahnflächenspezifische Präventionsmaßnahme darauf ab, zusätzlich zu den Maßnahmen, die sich auf das gesamte Gebiss beziehen, den Kariesbefall bei Kindern und Jugendlichen speziell an den okklusalen Zahnflächen zu reduzieren [Neusser et al. 2014]. Die Fissurenversiegelung gehört zu den vier tragenden Pfeiler der Kariesprävention, gemeinsam mit Ernährungsumstellung und -lenkung, Anwendung fluoridhaltiger Kariostatiker zur Remineralisation und frühzeitig beginnenden Mundhygienemaßnahmen zur Eliminierung der Plaque [Hellwig et al. 2010, Geurtsen et al. 2013, Pieper 2013].

Die Wirksamkeit der Fissurenversiegelung wurde zu Beginn mit Hilfe klinischer Studien untersucht, in denen Zähne im selben Mund mit und ohne Versiegelungen beobachtet wurden (Half- oder Split-Mouth-Design). Diese Studien zeigten schnell eine hohe kariesprotektive Wirksamkeit der Versiegelungen, so dass dieses Studiendesign seit den 80er Jahren aus ethischer Sicht nicht weiter vertretbar war [Handelman und Shey 1996]. In den darauf folgenden Jahrzehnten wurde die Wirksamkeit anhand von Retentions- bzw. Haftungsraten der Versiegelungen am Zahn ermittelt. Es konnte in zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen der kariesprotektive Effekt von Fissuren- und Grübchenversiegelungen eindeutig nachgewiesen und gut dokumentiert werden [Ripa 1980, Rock und Anderson 1982, Romcke et al. 1990, Handelman 1991, Shapira 1991, Feigal 1993, Llodra et al. 1993, Ripa 1993a und 1993b, Heinrich-Weltzien et al. 1998, Morphis et al. 2000, Weintraub 2001, Wendt et al. 2001a, Mejare et al. 2003, Ahovuo-Saloranta et al. 2004, Welbury et al. 2004, Hiiri et al. 2006, Ahovuo-Saloranta et al. 2008, Beauchamp et al. 2008, Griffin 2008, Kühnisch et al. 2010, Simonsen und Neal 2011, Pieper et al. 2012, Ahovuo-Saloranta et al. 2013, Carpenter 2013, Zero 2013, Jablonski-Momeni et al. 2014], insbesondere bei Kindern und Jugendlichen mit hohem Kariesrisiko [Ahovuo-Saloranta et al. 2013, Neusser et al. 2014].

Verschiedene Studien konnten darüber hinaus zeigen, dass Versiegelungen nicht nur die Entstehung von Fissurenkaries verhindern, sondern bei richtiger Indikationsstellung auch eingeschlossene frühe kariöse Läsionen nicht weiter voranschreiten [Handelman et al. 1981, 1985 und 1986, Griffin et al. 2008, Oong et al. 2008, Ahovuo-Saloranta et al. 2013], da in der Läsion befindliche Bakterien dazu neigen unter einer Versiegelung auszusterben [King et al. 1965, Handelman et al. 1972 und 1973, Jeronimus et al. 1975, Handelman et al. 1976, Going et al. 1978, Mertz-Fairhurst et al. 1979, Jensen und Handelman 1980, Kramer et al. 1993].

Die Kariesreduktion durch Versiegelungen an den Okklusalfächen der Molaren beträgt in der Literatur bis zu 75% [Llodra et al 1993, Ismail und Gagnon 1995, Heinrich-Weltzien et al. 1998, Ansari et al. 2004]. Ahovuo-Saloranta et al. [2008] schätzen die kariespräventive Wirkung im Vergleich zu nicht versiegelten Molaren sogar auf bis zu 87% nach einem Jahr, nach zwei Jahren auf 78% und nach vier Jahren bis auf 60% ein. Eine Versiegelung könne eine Kariesentstehung

nachweislich um bis zu 48 Monate reduzieren [Ahovuo-Saloranta et al. 2013]. Andere Untersuchungen ermittelten allerdings einen kariespräventiven Effekt von lediglich 33% [Roch und Anderson 1982, Mejare et al. 2003].

Zu Beginn der achtziger Jahre wurde erstmals über einen drastischen Kariesrückgang bei Kindern und Jugendlichen westlicher Industrienationen berichtet [Glass 1982], welcher sich bis in die Gegenwart fortgesetzt hat [Marthaler et al. 1996 und 2004] und als „Caries decline“ in die internationale Fachliteratur eingegangen ist. Dieser Trend konnte in den beiden vergangenen Jahrzehnten auch speziell in der Bundesrepublik Deutschland nachgewiesen werden [Künzel et al. 2000, Pieper und Schulte 2004, Schulte et al. 2006, Pieper 2010]. Seit 1989 wurde es möglich, Kinder und Jugendliche präventiv intensiver zu betreuen, da es Veränderungen im System der gesetzlichen Krankenkassen gab. Von dieser Zeit an zahlten die Krankenkasse sowohl präventive Maßnahmen an Schulen für 6- bis 12-Jährige, als auch individuelle Präventionsmaßnahmen für 12- bis 18-Jährige. Im Jahr 1993 wurde die Individualprophylaxe erweitert und beinhaltete nun für 6- bis 11-Jährige die Fissurenversiegelung [Momeni et al. 2007]. Mit der Einführung der Fissuren- und Grübchenversiegelung als kassenzahnärztliche Leistung kam es zu einem sprunghaften Anstieg der Versiegelungen bei Kindern und Jugendlichen [Künzel 1997]. Bis in die heutige Zeit kann eine starke Inanspruchnahme dieser Leistung und eine steigende Anzahl an versiegelten Zähnen dokumentiert werden [Pieper 2010].

Der Fissuren- und Grübchenversiegelung wird, neben der unterschiedlichen Anwendung lokaler und systemischer Fluoride, eine entscheidende Rolle im „Caries decline“ zugesprochen [Künzel et al. 2000, Marthaler 2004, Micheelis und Schiffner 2006, Momeni et al. 2007 Hellwig und Altenburger 2011]. Auch Zimmer und Lieding [2014] kommen in ihrer Untersuchung zur Mundhygiene in Deutschland zu dem Schluss, dass sich die Rahmenbedingungen, die zur Entstehung einer Karies führen, wie Plaque und Zuckerkonsum, nicht positiv verändert haben. Dass daher im Wesentlichen die steigende Verbreitung lokaler Fluoride und auch die Fissurenversiegelung zur allgemeinen Verbesserung der Zahngesundheit geführt haben. Unterstützt wird diese Vermutung auch durch die Tatsache, dass Parodontitis, als eine Erkrankung, welche ebenfalls plaque-assoziierte ist, eher zu- als abgenommen hat [Micheelis und Schiffner 2006].

Bratthall et al. [1966] sehen hauptsächlich in der Verfügbarkeit und erhöhten Anwendung von Fluoriden den wichtigsten Faktor für den „Caries decline“, da sich ein Kariesrückgang von über 70% in vielen westeuropäischen Ländern bereits vor der Anwendung von Versiegelungen nachweisen lässt. Der meiste Kariesbefall konzentrierte sich nun allerdings noch auf die Fissuren und Grübchen. Betrachte man speziell diese Flächen, so gebe es Gründe um anzunehmen, dass Versiegelungen ein wichtiger oder sogar der entscheidendste Faktor für die weiterhin stetig voranschreitende Senkung des Kariesbefalls sei. Hiiri et al. [2006] untersuchten den kariespräventiven Effekt von Fissurenversiegelungen im Vergleich zur Anwendung lokaler Fluoridlacke und kamen zu dem Ergebnis, dass die Fissurenversiegelung bezüglich der Okklusalkaries tendenziell eine höhere kariespräventive Wirksamkeit aufweist als die halbjährliche Fluoridlackapplikation. Fluoride zeigen große Erfolge in der Kariesprävention auf glatten Oberflächen. Oberflächen mit Fissuren und Grübchen erhalten dagegen nur einen minimalen Kariesschutz durch systemische oder lokale Fluoride. Der Grund dafür liegt zum einen in der geringeren Zahnschmelzdicke des Fissurenfundus, zum anderen in der erschwerten Zugänglichkeit der Basis von Fissuren und Grübchen für Fluoride [Ripa 1973, Bohannan 1983, Ripa 1990, Babu et al. 2014].

Die langfristige Wirksamkeit der Fissuren- und Grübchenversiegelung und damit der kariesprotektive Effekt sind allerdings stark abhängig von ihrer Qualität [Riethe 1988].

2.3. Indikation und Kontraindikation

Die Basis der Indikationsstellung für eine Fissuren- und Grübchenversiegelung ist die exakte Kariesdiagnostik. Kariesbefunde im okklusalen Bereich der Zähne werden allgemeinen visuell erhoben und müssen an gereinigten und getrockneten Zahnflächen vorgenommen werden. Mit Hilfe einer stumpfen Sonde, Röntgenaufnahmen und laseroptische Untersuchungen können die Befunde ergänzt werden [Hellwig et al. 2010, Kühnisch et al. 2012]. Am Ende sollte eine der nachfolgenden Diagnosen für den untersuchten Zahn gestellt werden [Kühnisch et al. 2012]:

- Gesunde, kariesfreie Fissuren und Grübchen
- Fissuren und Grübchen weisen eine nicht kavitierte kariöse Läsion auf im Sinne einer Initialkaries, Schmelzkaries bzw. beginnenden Karies
- Dentinkaries im Bereich der Fissuren und/oder Grübchen

In Abhängigkeit von der getroffenen Diagnose wird bei gesunden, kariesfreien Fissuren und Grübchen, sowie bei nicht kavitierten kariösen Läsionen eine prophylaktische Fissuren- und Grübchenversiegelung durchgeführt. Im Fall einer vorhandenen Dentinkaries ist eine minimal invasive Füllungstherapie notwendigen [Kühnisch et al. 2012]. Wenn es Zweifel an der Kariesfreiheit der Fissur gibt, sollte sie ebenfalls mit Hilfe von rotierenden Instrumenten aufgezo-gen werden und eine erweiterte Fissurenversiegelung durchgeführt werden [Welbury et al. 2004].

Nach der Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelung bestehen, unabhängig von der Kostenerstattung durch die Krankenkassen, folgende Indikationen für eine Fissuren- und Grübchenversiegelung [Kühnisch et al. 2012]:

- Kariesfreie Fissuren und Grübchen, die aufgrund ihres zerklüfteten und tiefen Fissurenreliefs für Kariesbefall anfällig sind, unabhängig von der Einschätzung des allgemeinen Kariesrisikos.
- Fissuren und Grübchen, die oberflächliche kariöse Läsionen aufweisen, welche auf den Zahnschmelz begrenzt sind (Initialkaries, Schmelzkaries, beginnende Karies).
- Kariesfreie Fissuren und Grübchen bei Patienten mit hohem Kariesrisiko. Dabei kann das erhöhte Risiko sowohl medizinisch (z. B. bereits vorangegangener Kariesbefall, behinderte Patienten, festsitzende kieferorthopädische Apparaturen, Patienten mit Xerostomie), als auch sozial (z. B. sozial benachteiligte Patienten, niedriger soziökonomischer Status oder Migrations-hintergrund) bedingt sein.

Darüber hinaus sollten partiell oder vollständig verloren gegangene Fissuren-versiegelungen bei unverändertem Kariesrisiko und bestehender Indikation repariert bzw. erneuert werden.

Bei der Versiegelung initialer Kariesläsionen ist zu beachten, dass die Läsion nur solange nicht weiter voranschreitet, wie die Versiegelung dicht und intakt ist. Daher ist eine Überprüfung der Versiegelung in regelmäßigen Abständen zwingend notwendig, um die Unversehrtheit der Versiegelung sicherzustellen [Hassall et al. 2001]

Als Kontraindikationen zur Versiegelung von Fissuren und Grübchen gelten [Kühnisch et al. 2012]:

- Kariöse Dentinläsion im Bereich der Fissuren und/oder Grübchen
- Unvollständig in die Mundhöhle durchgebrochene Zähne, deren Okklusalfächen bzw. palatinalen/bukkalen Grübchen sich nicht adäquat trocken legen lassen
- Milchzähne, deren Exfoliation unmittelbar bevorsteht
- Allergien gegenüber dem Versiegelungsmaterial oder einzelnen Materialbestandteilen

Ebenfalls als Kontraindikation gelten weite, muldenförmige, gut zu säubernde Fissuren und Grübchen, die über Jahre kariesfrei geblieben sind [Locker et al. 2003, Lehmann und Hellwig 2005, Hellwig et al. 2010]. In einigen Ländern allerdings werden auch diese Fissuren mittlerweile routinemäßig vorsorglich versiegelt [Splieth et al. 2010].

2.4. Klinisches Vorgehen

Um einen Standard der Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelung zu gewährleisten, sind alle klinischen Arbeitsschritte stets sorgfältig auszuführen [Hickel und Kühnisch 2007, Kühnisch et al. 2010]. Bei einer Delegation der Versiegelung an die zahnärztliche Assistenz ist ein entsprechendes theoretisches und praktisches Training erforderlich. Darüber hinaus sollte während der Behandlung eine gute Kooperation des Patienten sicher gestellt sein [Kühnisch et al. 2010].

Um für die Versiegelung eine saubere Zahnoberfläche zu erhalten, muss als erster klinischer Arbeitsschritt anhaftende Plaque gründlich entfernt werden. Empfohlen wird die Reinigung mit rotierendem Bürstchen und Prophylaxepaste, sowie die

Verwendung von Pulverstrahlgeräten [Blackwood et al. 2002, Irmisch 2003, Ansari et al. 2004].

Im Anschluss sollte der Zahn noch einmal diagnostisch untersucht werden, um eine restaurationsbedürftige Dentinläsionen auszuschließen und die Indikation zur Versiegelung zu bestätigen [Hickel und Kühnisch 2007].

Als nächster Schritt erfolgt die Trockenlegung des Zahns. Ein vierhändiges Arbeiten bei relativer Trockenlegung ermöglicht ein sicheres und effizientes Vorgehen. Das Anlegen von Kofferdam wird empfohlen, wenn eine Vierhand-Technik zur Trockenlegung nicht umgesetzt werden kann [Hickel und Kühnisch 2007, Kühnisch et al. 2010]. Ist der Zahn unvollständig durchgebrochen oder mit einer Zahnfleischkapuze bedeckt, sollten vorerst andere Präventionsmaßnahmen durchgeführt werden und mit einer Versiegelung abgewartet werden, bis eine adäquaten Trockenlegung möglich ist [Irmisch 2003, Kühnisch et al. 2012].

Anschließend kann die Konditionierung der gesäuberten, getrockneten und unpräparierten Schmelzoberfläche mit Hilfe eines ca. 35%igen Phosphorsäure-Gels für 60 Sekunden am bleibenden Zahn und für 120 Sekunden bei der Versiegelung von Milchzähnen erfolgen [Hickel und Kühnisch 2007, Kühnisch et al. 2010]. Durch die Konditionierung wird die oberste, aprismatische Schmelzschicht entfernt und die darunter liegenden Schmelzprismen freigelegt. Dies führt im Ergebnis zu einer vergrößerten Oberfläche und einem mikroretentiven Relief, welches sich mit dem Versiegelungsmaterial verzahnt [Kühnisch et al. 2010]. Nach der Einwirkzeit erfolgen das gründliche Absprühen des Ätzgels und eine forcierte Trocknung des Zahns. Es muss dabei eine kreidig-weiße Schmelzoberfläche sichtbar werden [Hickel und Kühnisch 2007]. Zeigt der Zahn kein solches Ätzmuster, sollte der Ätzvorgang noch einmal für 15-20 Sekunden wiederholt werden [Manton und Messer 1995, Waggoner und Siegal 1996, Avinash et al. 2010]. Um unerwünschte lokale Effekte bei der Verwendung von Phosphorsäure während des Auftragens und beim Absprühen zu vermeiden, ist zu beachten, dass es zu keinem Kontakt des Gels mit den umgebenden Weichgeweben und den Augen kommt. Dafür wird neben der guten Isolation des Zahns durch Abhalten und Saugen, das Schließen der Patientenaugen oder sogar das Tragen einer Schutzbrille empfohlen [Kühnisch et al. 2010]. Eine Verkürzung der Ätzzeit wurde in einzelnen Untersuchungen wiederholt diskutiert. Die Ergebnisse dazu sind

allerdings widersprüchlich und die Datenlage begrenzt [Eidelman 1983, Barrie et al. 1990, Feigal et al. 1993, Karlzen-Reuterving et al. 1995]. Daher kann eine Verkürzung der Zeit aktuell noch nicht empfohlen werden [Hickel und Kühnisch 2007, Kühnisch et al. 2010]. Zu einer Verwendung eines selbstkonditionierenden Adhäsivs statt eines Ätzgels kann aufgrund schlechter Ätzwirkung am Schmelz, sowie fehlender klinischer Daten zurzeit ebenfalls nicht geraten werden [Hickel und Kühnisch 2007].

Die Applikation des in der Regel dünnfließenden Versiegelungsmaterials auf das angeätzte Fissurenrelief sollte grazil erfolgen. Materialüberschüsse können zu Überhängen und Vorkontakten führen, wodurch die Versiegelung in der Folge an Retention verlieren kann. Mit Hilfe von Brush-Sticks oder Pinseln können diese Überschüsse leicht vor der Aushärtung des Materials entfernt werden [Hickel und Kühnisch 2007, Kühnisch et al. 2010]. Ebenso sollten Blasenbildungen im Material vermieden werden, da es durch diese ebenfalls zu häufigen Retentionsverlusten kommt [Merte et al. 1995, Hickel und Kühnisch 2007]. Meist werden opake Versiegler verwendet, da sie einfacher kontrollierbar sind. Der Vorteil transparenter Versiegler ist allerdings, dass eine Kariesprogression darunter leichter erkennbar ist [Irmisch 2003]. Aufgrund des günstigen Fließverhaltens kommen bei der präventiven Fissuren- und Grübchenversiegelung in der Regel niedrigvisköse, licht- und autopolymerisierende Kunststoffe als Versiegler zum Einsatz [Irinoda et al. 2002]. Lichtpolymerisate sind im Vergleich zu chemisch härtenden Autopolymerisaten einfacher und zeitsparender in der Applikation und haben sich daher in der täglichen Praxis durchgesetzt. Da Glasionomerzemente im Vergleich zu Kunststoffen wesentlich höhere Verlustraten aufweisen, sind diese als Versiegelungsmaterial weniger geeignet [Hickel und Kühnisch 2007]. Zur Lichtpolymerisation können handelsübliche Halogen- oder LED-Lampen mit ausreichender Intensität genutzt werden, beide Typen können als gleichwertig angesehen werden [Nalcaci et al. 2007]. Bei der Polymerisation ist die produktabhängige Zeit bis zur Aushärtung des Materials zu beachten. Diese beträgt meist 20 bis 40 Sekunden [Hickel und Kühnisch 2007, Kühnisch et al. 2010].

Im Anschluss an die Polymerisation ist eine Okklusionskontrolle erforderlich. Bei entstandenem Vorkontakt muss dieser mit rotierenden Finierinstrumenten entfernt werden [Hickel und Kühnisch 2007, Kühnisch et al. 2010]. Um die

oberflächliche nicht polymerisierte Inhibitionsschicht des Kunststoffes zu entfernen, wird prinzipiell eine kurze Politur der Versiegelung empfohlen [Hickel und Kühnisch 2007]. Die Retention des Materials am Zahn sollte mit Hilfe einer Sonde überprüft werden und im Falle eines Retentionsverlustes direkt eine Nachversiegelung durchgeführt werden [Goršeta 2015]. Die Remineralisation geätzter, aber nicht versiegelter Schmelzareale wird durch die Lokalapplikation eines Fluoridpräparates am Ende der Behandlung sichergestellt [Hickel und Kühnisch 2007].

Da über erhöhte Verlustraten von Versiegelungen besonders innerhalb des ersten halben Jahres berichtet wird, ist eine erste Nachkontrolle innerhalb dieses Zeitraums besonders wichtig [Dennison 1990, Hickel und Kühnisch 2007]. Während jeder routinemäßigen Kontrolluntersuchung ist es notwendig, die versiegelten Zahnflächen sowohl visuell als auch taktil auf Materialverluste und Kariesentwicklung hin zu überprüfen [Goršeta 2015]. Wird ein Retentionsverlust bei einer Nachkontrolle festgestellt, sollte eine Nachversiegelung des Zahns erfolgen. Diese wird wie eine primäre Versieglung durchgeführt [Chestnutt et al. 1994, Wendt et al. 2001a und 2001b, Lavonius et al. 2002]. Das verbliebene Versiegelungsmaterial sollte vorab hinsichtlich seiner Retention am Zahn geprüft werden. Sind diese Anteile noch fest verankert, müssen diese vor der Nachversiegelung nicht entfernt werden [Hickel und Kühnisch 2007]. Regelmäßige weitere Nachkontrolle sind zur Gewährleistung des kariesprophylaktischen Effekts nötig und sollte sich an den in Abhängigkeit vom Kariesrisiko festgelegten Recall-Intervallen orientieren [Hickel und Kühnisch 2007].

Voraussetzung für einen optimalen kariesprotektiven Effekt ist, neben der adäquaten Durchführung der Arbeitsschritte, die vollständige und randspaltfreie Versiegelung des gesamten Fissurenreliefs [Ripa 1993b, Mejare et al. 2003, Kühnisch et al. 2010].

Zahnreinigung	Rotierendes Bürstchen oder Pulverstrahlgerät
Diagnostik	Indikation für Versiegelung prüfen
Trockenlegung	Relative Trockenlegung bei vierhändigem Arbeiten, ansonsten absolute Trockenlegung mit Kofferdam
Konditionierung	Mit 35%iger Phosphorsäure für 60 Sekunden am bleibenden Zahn, anschließend Abspülen, Trocknung
Applikation	Bevorzugt dünnfließendes, lichtpolymerisierendes Material, graziles und blasenfreies Auftragen
Polymerisation	Lichtpolymerisation mit Halogen- oder LED-Lampe, materialabhängige Zeit beachten
Okklusionskontrolle	Bei Vorkontakten Entfernung mit rotierenden Diamanten
Politur	Zur Entfernung der oberflächlichen Sauerstoffinhibitionsschicht
Fluoridierung	Auftragen eines Fluoridpräparates zur Remineralisierung der geätzten, aber nicht versiegelten Bereiche
Retentionskontrolle	Taktile Prüfung der Retention, wenn nötig direkt nachversiegeln
Recall	Nachkontrollen regelmäßig durchführen, erste Kontrolle innerhalb des ersten halben Jahres

Abb. 1: Empfohlene Arbeitsschritte für die klinische Durchführung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung

2.5. Definition von Erfolg und Misserfolg

Nachdem Fissurenversiegelungen als eine effektive Präventionsmaßnahme anerkannt wurden, war es ethisch nicht mehr vertretbar, den Erfolg von Versiegelungen anhand von sogenannten Splith-Mouth-Studien zu untersuchen, bei denen in einem Mund versiegelte und nicht versiegelte Zähne miteinander verglichen wurden. Für weitere Untersuchungen wurde daher der Erfolg einer Fissuren- und Grübchenversiegelung anhand der Retention bzw. Haftung der

Versiegelung am Zahn beurteilt und diese als Kriterium zur Bestimmung der Überlebenszeit genutzt [Locker und Jokovic 2003].

Eine Versiegelung gilt in der aktuellen Literatur als intakt und erfolgreich, wenn bei Nachkontrollen keine Veränderung dokumentiert wird, es zu keinem Verlust, Defekt oder einer Erneuerung gekommen ist. In Folge dessen stellt sich ein Misserfolg und ein Ende der Überlebenszeit als vollständiger oder teilweiser Retentionsverlust der Versiegelung dar [Goddon et al. 2007, Nilchian et al. 2011, West et al. 2011, Kühnisch et al. 2012].



Abb. 2: Beispiel einer suffizienten Versiegelung



Abb. 3: Beispiel einer insuffizienten Versiegelung

Die Retention des Versiegelungsmaterials am Zahn ist der wichtigste Faktor für die karieshemmende Wirkung einer Versiegelung [Ripa 1993b]. Die Fissurenversiegelung kann nur dann kariesprotektiv wirken, wenn sie vollständig intakt ist, daher kommt ihrer Qualität eine nicht unerhebliche Bedeutung zu. Verschiedene epidemiologische Querschnittsuntersuchungen zeigen nicht zu vernachlässigende Qualitätsmängel und damit Misserfolge der Fissuren- und Grübchenversiegelung auf [Kühnisch et al. 2010]. Im Jahr 1997 stuften Irmisch et al. in eine Studie lediglich die Hälfte aller untersuchten Versiegelungen als vollständig intakt und somit erfolgreich ein. Die Autoren forderten in diesem Zusammenhang eine deutliche Qualitätsanhebung [Irmisch et al. 1997]. Auch Kühnisch et al. schätzten 2003 das Qualitätsniveau nach wie vor als unbefriedigend ein. Sie führten eine vergleichende Untersuchung zur Zahngesundheit von deutschen und ausländischen 8- bis 10-Jährigen durch. Eine Fissurenversiegelung wurde von ihnen

als intakt bewertet, wenn keine Anteile des Versiegelungsmaterials verloren gegangen waren und alle Anteile des Fissurenreliefs mit Kunststoff gefüllt waren. Nachdem 1997 noch etwa die Hälfte aller zu Beginn erfassten Versiegelungen intakt waren, konnten zwei Jahre später nur noch etwa 20% intakte Fissurenversiegelungen dokumentiert werden [Kühnisch et al. 2003].

Der langfristige Erfolg einer Fissurenversiegelung hängt von einer adäquaten Durchführung der Arbeitsschritte und regelmäßigen Überprüfungen der Versiegelungen ab [Beauchamp et al. 2008, Goršeta 2015]. Das gesamte Fissurenrelief muss für einen kariesprophylaktischen Effekt stets vollständig und randspaltfrei versiegelt sein [Ripa 1993b, Mejare et al. 2003, Barroso et al. 2005, Kühnisch et al. 2010, Goršeta 2015].

2.6. Prognose

Die Retention bzw. Haftung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung am Zahn ist entscheidend für ihren langfristigen Erfolg und gilt als Kriterium zur Ermittlung ihrer Wirksamkeit [Ahovuo-Saloranta et al. 2008]. Studien mit kurzen Beobachtungszeiträumen zeigen ein hohes Maß an Retentionsraten, während in Langzeitstudien ein Erfolg immer weniger vorhersehbar ist [Goršeta 2015].

Das Cochrane Review von Ahovuo-Saloranta et al. [2008] zeigt, dass die Retentionsraten von Versiegelungen nach einem Jahr zwischen 79% und 92% liegen, bei 71% bis 85% nach zwei Jahren, 61% bis 80% nach drei Jahren und nach vier Jahren auf 5% absinken können. In diese Übersichtsarbeit wurde allerdings auch eine Studie einbezogen, in der Fissuren- und Grübchenversiegelungen als intakt eingestuft wurden, die nur noch zu zwei Dritteln erhalten waren. Romcke et al. [1990] konnten in ihrer Studie nach einem Jahr eine höhere Retentionsrate von 96% ermitteln und in der Studie von Folke et al. [2004] näherte sich die Überlebenswahrscheinlichkeit nach einem Jahr sogar fast 100%. Nach zehn Jahren erreichte die Studie noch eine Retentionsrate von 87%. Im Vergleich dazu erfassten Kühnisch et al. [2003] nur vollständig erhaltene Versiegelungen. In dieser Studie sinkt die Retentionsrate wesentlich stärker von 48% auf 20% innerhalb von bereits zwei Jahren.

Andere Studien, welche ebenfalls einen Beobachtungszeitraum von drei Jahren untersuchten, kamen zu ähnlichen Ergebnissen wie das Cochrane Review mit

Retentionsraten von 58% bis 62% [Nilchian et al. 2011] und bis zu 69% [Straffon et al. 1985].

Untersuchungen mit längeren Beobachtungszeiträumen wie Simonsen [1987] erfassten nach fünf Jahren 82% intakte Versiegelungen, welche sich nach zehn Jahren jedoch auf 57% verringerten. Riethe [1988] fand in seiner Studie nach fünf Jahren nur noch 50% intakte Versiegelungen von ursprünglich 85% nach einem Jahr. Folke et al. [2004] ermittelten nach 10 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 87%. Als Verlust zählten sie eine entstandenen Karies oder eine Restauration am betreffenden Zahn.

Wendt et al. [2001a, 2001b] erfassten in ihrer Untersuchung komplette und partielle Retentionen. Nach 15 Jahren stellten sie Retentionsraten von 95% (65% komplette Retention, 30% Teilretention) und nach 20 Jahren bis 87% (65% komplette Retention, 22% Teilretention) fest. Die Autoren beurteilen daraufhin die Fissuren- und Grübchenversiegelung als dauerhafte, kariespräventive Maßnahme. Im Vergleich dazu konnte Simonsen [1991] nach 15 Jahren allerdings nur 28% vollständige und 35% partielle Retentionen nachweisen.

In einer Langzeitstudie unter klinischen Bedingungen von Irmisch [1992] konnte nach 13 Jahren eine durchschnittliche Retentionsrate von 80% intakter Versiegelungen an Molaren, Prämolaren und Milchmolaren nachgewiesen werden. Ganz anders waren die Ergebnisse einer nicht klinischen Querschnittstudie von Irmisch et al. [1997]. Ziel dieser Studie war es, drei Jahre nach Inkrafttreten der Kostenübernahme der Fissurenversiegelung durch die gesetzlichen Krankenkassen, deren Häufigkeit und Qualität zu überprüfen. Dabei fanden sie nur 45% intakte Versiegelungen, 55% zeigten partielle Verluste. Sie stellten fest, dass kurz nach der Applikation der Versiegelung das Risiko eines Retentionsverlustes am höchsten ist. Aus diesem Grund forderten die Autoren neben einer deutlichen Qualitätsanhebung, dass Nachkontrollen bereits ein bis drei Monate nach Versieglung und später in halbjährlichen Abständen durchgeführt werden.

Romcke et al. [1990] ermittelten nach 8-10 Jahren 85% Retentionsraten und betonten ebenfalls die Notwendigkeit einer sorgfältigen Anwendung der Materialien unter optimalen Bedingungen, sowie die regelmäßige Durchführung von Kontrollen der Versiegelungen, um hohe Erfolgsraten erreichen zu können.

Feigal [1998] nimmt an, dass auch bei gewissenhafter Durchführung mit jährlichen Verlustraten von 5-10% gerechnet werden müsse.

Obwohl sich in der Literatur teilweise hohe Anteile von Versiegelungen mit mangelnder Qualität finden lassen, zeigen Ergebnisse aus Langzeitstudien doch, dass bei sorgfältiger Verarbeitung, richtiger Indikationsstellung, regelmäßigen Nachkontrollen und der Durchführung von Nachversiegelung, mit einer Fissuren- und Grübchenversiegelung ein hoher kariespräventiver Effekt erreicht werden kann [Irmisch et al. 1997].

2.7. Einfluss verschiedener Parameter auf den Erfolg und Misserfolg

2.7.1. Abhängigkeit vom Parameter Geschlecht

In der Literatur ist die Geschlechterverteilung in den meisten Studien ausgeglichen. Es lässt sich darüber hinaus kein Einfluss der Geschlechter auf die Überlebensrate der Fissuren- und Grübchenversiegelungen finden, wie in der Untersuchung von Folke et al. [2004], in der über einen Zeitraum von zehn Jahren Fissurenversiegelungen untersucht wurden.

Neusser et al. [2014] konnten in ihrem Bericht zwar zeigen, dass im Jahre 1997 Mädchen einen etwas höheren Anteil an kariösen, gefüllten oder verlorenen Zähnen aufwiesen als Jungen, bis zum Jahr 2005 glichen sich die Werte in beiden Gruppen allerdings an, so dass man nicht annehmen kann, dass Mädchen eine höhere Gefahr eines Retentionsverlustes aufzeigen als Jungen.

2.7.2. Abhängigkeit vom Parameter Alter

In einer Untersuchung zum Erscheinungsbild erster bleibender Molaren konnten Goddon et al. [2007] einen hohen Anteil initialer kariöser Läsionen ermitteln. Dies untermauerte für die Autoren die Notwendigkeit einer frühzeitigen Durchführung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung, um einer Progression der Initialläsionen rechtzeitig entgegen zu wirken. Auch Welbury et al. [2004] unterstützen, dass die Durchführung einer Versiegelung so früh wie möglich nach der Zahneruption erfolgen sollte. Allerdings sollte mit der Platzierung einer Versiegelung so lange gewartet werden bis eine ausreichende Trockenlegung und Isolierung des Zahns gewährleistet ist, um die Haftung der Versiegelung nicht

durch Speichelkontamination zu gefährden [Locker et al. 2003]. Laurisch [2010] gibt den idealen Versieglungszeitpunkt für die ersten bleibenden Molaren mit 6 bis 8 Jahren und für die zweiten bleibenden Molaren mit 11 bis 13 Jahren an.

Schon zwei bis vier Jahre nach Zahndurchbruch können Fissuren kariös werden [Hellwig et al. 2010]. Früher nahm man an, dass keine Notwendigkeit einer Versiegelung mehr nach dieser Zeit bei Kariesfreiheit bestehe, da eine spätere Erkrankung unwahrscheinlich sei [Ripa 1985, Council on Dental Research 1985]. Immer mehr Studien konnten allerdings zeigen, dass eine Kariesgefährdung der Molaren noch bis zu 10 Jahren nach Zahndurchbruch relativ konstant bleibt [Ripa et al. 1988, Vehkalahti et al. 1991, Ismail und Gagnon 1995, Mejahre et al. 1998]. Untersuchungen allerdings zeigen auch, dass die Gefahr eines Retentionsverlustes bei frühzeitig nach Zahndurchbruch durchgeführten Versiegelungen höher ist und häufigere Nachversiegelungen nötig sind, als bei später versiegelten Molaren [Dennison et al. 1990, Walker et al. 1996].

Folke et al. [2004] konnte in ihrer Studie feststellen, dass das Alter ein hochsignifikanter Parameter für das Überleben einer Versiegelung darstellt. Sie verglichen eine Gruppe Kinder im Alter von 5-9 bei Erstversiegelung mit einer Gruppe von 10-16 Jährigen zum Zeitpunkt der Versiegelung. Die Überlebensrate der Versiegelungen der jüngeren Patienten war signifikant niedriger. Nilchian et al. [2011] ermittelten ebenfalls bei jüngeren Patienten mit durchschnittlich 7 Jahren bei Erstversiegelung eine signifikant geringere Überlebensrate der Versiegelung. Die Studie von Kervanto-Seppälä et al. [2008] mit einer Gruppe von 14-Jährigen bestätigte auch, dass deren Retentionsraten deutlich höher als bei jüngeren Patienten sind. Dies stehe vermutlich in Zusammenhang mit einer besseren Compliance und damit erleichterten Durchführung der Versiegelung.

2.7.3. Abhängigkeit vom Parameter dmf-t/DMF-T

Der dmf-t/DMF-T Index ist ein Parameter zur Erfassung der Karieserfahrung zum Zeitpunkt der Erhebung. Zur Unterscheidung werden Zähne der ersten Dentition mit Kleinbuchstaben (dmf-t) und Zähne der zweiten Dentition mit Großbuchstaben (DMF-T) erfasst. Die Buchstaben stehen für d/D=decayed (kariös), m/M=missing (fehlend) und f/F=filled (gefüllt). Der Buchstabe t/T beschreibt tooth (Zahn) und gibt an, dass der Index je Zahn erhoben wird. Dabei kann im Milchgebiss ein

Maximalwert von 20 erreicht werden und im bleibenden Gebiss von 28 (ohne Weisheitszähne). Kariöse Läsionen werden bei diesem Index erst auf Kavitationsniveau registriert, Initialläsionen werden nicht mit einbezogen. Der Index dient in erster Linie der Vergleichbarkeit epidemiologischer Studien und gilt als WHO-Standard [World Health Organization 1987, 1997]. Er wurde bereits 1938 zur Erfassung etabliert [Klein und Palmer 1938].

Aktuelle Werte der fünften Mundgesundheitsstudie [Jordan und Micheelis 2016] bestätigen den anhaltenden Trend des „Caries decline“ bis 2014 in Deutschland und eine weitere Reduktion der Karieserfahrungen. Acht von zehn 12-jährigen Kindern (81,3%) sind heute vollkommen kariesfrei. Seit der dritten Studie im Jahr 1997 bis 2014 hat sich damit die Anzahl praktisch verdoppelt. Im Durchschnitt liegt bei 12-jährigen der DMF-T bei 0,5. Damit steht Deutschland im internationalen Vergleich an der Weltspitze. Insgesamt zählt Deutschland mit deutlich weniger Karieserfahrungen als in den meisten anderen vergleichbaren Ländern zu den Spitzenreitern. Als Ursachen für den weiteren Rückgang werden regelmäßige Kontrollbesuche und die Versiegelung der Molaren ausgemacht. 70,3% der 12-jährigen in Deutschland weisen Fissurenversiegelungen auf und haben dabei einen durchschnittlichen DMF-T Wert von 0,3. Kinder ohne Fissurenversiegelungen haben mit einem DMF-T von 0,9 im Vergleich zu ihnen eine dreifach erhöhte Karieserfahrung. Auch bei den jüngeren Erwachsenen (35 bis 44 Jahre) zeigen sich positive Effekte der zahnärztlichen Präventionsmaßnahmen. Die 2014 untersuchte Altersgruppe war erstmalig in ihrer Kindheit nachhaltig in die Gruppen- und Individualprophylaxe eingebunden. Der DMF-T liegt bei ihnen nun durchschnittlich bei 11,2. Der Anteil kariesfreier junger Erwachsener hat sich seit 1997 verdreifacht.

Bereits in der vierten deutschen Mundgesundheitsstudie [Micheelis und Schiffner 2006] stellte sich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Fissurenversiegelungen und dem DMF-T Wert heraus. 12-jährige Kinder, welche mindestens eine versiegelte Fissur hatten, wiesen einen durchschnittlichen DMF-T Wert von 0,6 auf. Im Vergleich dazu besaßen gleichaltrige Kinder ohne jede Versiegelung einen fast doppelt so hohen DMF-T Wert von durchschnittlich 1,1. Auch bei der Gruppe der 15-jährigen Jugendlichen war ein erheblicher Einfluss der Versiegelungsmaßnahmen auf den DMF-T zu erkennen.

Jugendliche mit mindestens einer versiegelten Fissur zeigten einen durchschnittlichen Index von 1,5 und damit einen nur etwa halb so hohen Wert an Karieserfahrung, als im Vergleich dazu Jugendlichen ohne jede Versiegelung und einem DMF-T Wert von 2,8.

Die Ergebnisse der epidemiologischen Untersuchung der Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege [Pieper 2009] verdeutlichen ebenfalls, dass sich der Trend des „Caries decline“ in der Gruppe der 6-7-Jährigen und 12-Jährigen über die Jahre bis 2009 weiter fortsetzte, auch wenn der entsprechende Prozess sich verlangsamte.

Bei den 6-7-Jährigen lagen die mittleren dmf-t Werte 2009 zwischen 1,3 (Saarland) und 2,56 (Thüringen). Lag der durchschnittliche dmf-t Wert in dieser Gruppe 1994/95 noch bei 2,89, so betrug er in den folgenden Jahren 2,39 (1997), 2,21 (2000), 2,16 (2004) und 1,87 im Jahr 2009. Die Kariesreduktion erreichte von 1994/95 bis 2009 einen Wert von 36,8%. Naturgesunde Milchgebisse wiesen 53,9% der Erstklässler im Jahr 2009 auf. Bei den 12-Jährigen lagen die mittleren DMF-T Werte 2009 in fast allen Bundesländern unter 1. Es konnten Werte zwischen 0,56 (Baden-Württemberg) und 1,06 (Bayern) registriert werden. Der mittlere DMF-T verringerte sich zwischen 1994/95 und 2009 von 2,44 auf 0,72. Damit lagen die mittleren DMF-T Werte am Ende des Beobachtungszeitraums um 72,7% niedriger als am Anfang.

Der höchste mittlere DMF-T wurde 2009 bei 15-Jährigen in Mecklenburg-Vorpommern mit 2,02 festgestellt. Den niedrigsten Wert erreichte mit 0,93 Baden-Württemberg. Der mittlere DMF-T Wert der 15-Jährigen für Deutschland insgesamt wurde mit 1,41 berechnet, im Jahr 2004 hatte der entsprechende Wert noch bei 2,05 gelegen.

Neben der Trendfortsetzung des Kariesrückgangs bei Kindern und Jugendlichen zeigen die Ergebnisse der Untersuchung von 2009 ebenfalls eine deutliche Polarisierung der dmf-t und DMF-T Werte. In allen Altersgruppen sind die Karieswerte linksgipflig verteilt, das bedeutet, einer großen Gruppe von Kindern ohne Karieserfahrung steht eine kleine Gruppe von „Kariesproduzenten“ gegenüber. Der allgemeine Kariesrückgang erreicht trotzdem nicht nur die Kinder mit geringer Kariesgefährdung, sondern auch die Kinder mit hohem Kariesrisiko profitieren davon. Dies spiegelt auch die aktuelle fünfte deutsche Mund-

gesundheitsstudie wider, der Kariesrückgang zieht sich durch alle Gruppen und soziale Schichten hindurch [Jordan und Micheelis 2016].

Auch wenn die Entwicklung bezüglich der Milchzahnkaries bis 2009 positiv verlief, ist zu beachten, dass der „Caries decline“ in der ersten Dentition mit 36,8% seit 1994 deutlich schwächer ausfiel als der Kariesrückgang der zweiten Dentition mit 72,7%.

In keiner der untersuchten Gruppen kam es zu einer Verschlechterung der dmf-t/DMF-T Werte [Pieper 2009]. Damit ist die Situation in Deutschland besser als in einigen anderen Ländern, aus denen sporadisch über einen Wiederanstieg der Milchzahnkaries berichtet wird [Haugejorden und Birkeland 2002, Stecksén-Blicks et al. 2004].

Die oben aufgeführten Zahlen bestätigen, dass das Ziel der World Health Organization für das Jahr 2000 in der Altersgruppe der 12-Jährigen einen DMF-T von 2,0 zu erreichen, erfüllt wurde [World Health Organization 1993]. Allerdings ist der von Ziller et al. [2006] formulierte Zielwert, 80% Kariesfreiheit für das Jahr 2020, immer noch weit entfernt von den durchschnittlich 54% kariesfreien 6-7-Jährigen im Jahr 2009 in Deutschland.

Verschiedene Studien untersuchten den Zusammenhang zwischen hohen dmf-t/DMF-T Werten und Retentionsverlusten von Fissuren- und Grübchenversiegelungen. Sie konnten den negativen Einfluss einer hohen Karieserfahrung auf die Überlebensrate von Versiegelungen aufzeigen. Je höher der dmf-t/DMF-T Index war, umso höher lag das Risiko eines Versiegelungsverlustes [Raadal und Espelid 1992, Bravo et al. 1996, Folke et al. 2004].

Eine Studie von Momeni et al. [2007] zur Karieserfahrung bei unterschiedlichen Präventionsmaßnahmen kam zu dem Ergebnis, dass die Fissuren- und Grübchenversiegelung der wichtigste Faktor in Verbindung mit einem niedrigen DMF-T Wert sei. Die Karieserfahrung von Kindern ohne Versiegelungen war mehr als doppelt so hoch. Dies bestätigt auch eine Studie von Schulte et al. [2001] über 12-jährige Kinder in Heidelberg. Kinder mit versiegelten Zähnen hatten lediglich einen halb so hohen DMF-T Wert im Vergleich zu Kindern ohne jede Versiegelung. Auch die fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie zeigt einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen geringer Karieserfahrung und Fissurenversiegelungen [Jordan und Micheelis 2016].

Bei Kindern und Jugendliche mit einer hohen Karieserfahrung wird generell eine frühzeitige Fissuren- und Grübchenversiegelung empfohlen, da sich insbesondere bei ihnen ein hoher protektiver Effekt widerspiegelt [Neusser et al. 2014].

2.7.4. Abhängigkeit vom Parameter Allgemeine Anamnese

Bei Kindern und Jugendlichen mit medizinischen, körperlichen oder geistigen Einschränkungen sollte eine Versiegelung der Milch- und auch bleibenden Zähne in Betracht gezogen werden [Leake et al. 1997]. Diese Kinder und Jugendlichen zählen zu einer Gruppe mit allgemein hohem Kariesrisiko, damit gelten ihre Fissuren und Grübchen als besonders kariesgefährdet [Hickel und Kühnisch 2007, Hellwig et al. 2009].

2.7.5. Abhängigkeit vom Parameter Zahngruppe

Die höchste kariöse Anfälligkeit haben von allen Zähnen die okklusalen Flächen der ersten und zweiten bleibenden Molaren [Li et al. 1993, Hannigan et al. 2000, Splieth et al. 2007].

Große Unterschiede gibt es in der Zeitspanne zwischen dem ersten Erscheinen sichtbarer Teile der Molaren bis zum vollständigen Zahndurchbruch und Erreichen der Okklusionsebene. Für den ersten bleibenden Molar beträgt diese Spanne ungefähr 15 Monate, für den zweiten bleibenden Molar etwa 27 Monate [Gängler und Arnold 2005]. Eine Versiegelung des zweiten Molar ist demzufolge meist erst zu einem späteren Zeitpunkt nach Eruptionsbeginn möglich, da empfohlen wird, eine Versiegelung erst dann durchzuführen, wenn der Zahn so weit durchgebrochen ist, dass eine adäquate Trockenlegung möglich ist [Kühnisch et al. 2010]. Insgesamt sind die Eruptionszeiten der Molaren relativ lang und sollten als Risikoperiode für die Entstehung einer okklusalen Karies betrachtet werden [Carvalho et al. 1989, 1991, Ekstrand und Christiansen 2005]. Bis zum vollständigen Durchbruch sollte die Priorität daher auf der Durchführung anderer Präventionsmaßnahmen liegen [Irmisch 2003, Kühnisch et al. 2012].

Im Allgemeinen ist die Anfälligkeit dieser Flächen besonders hoch während der ersten vier Jahre nach Zahndurchbruch für den ersten bleibenden Molar und in den ersten zwei Jahren nach Durchbruch für den zweiten bleibenden Molar [Carlos und Gittelsohn 1965, Hannigan et al. 2000]. Es gibt allerdings auch Hinweise

darauf, dass die Fissuren und Grübchen der Molaren nicht nur anfällig für eine kariöse Zerstörung während der ersten zwei bis vier Jahre nach Zahndurchbruch sind, sondern auch noch zu einem späteren Zeitpunkt ein hohes Risiko aufweisen [Richardson und McIntyre 1996]. Diese Hinweise veränderten auch die Aussagen früherer Leitlinien, dass kariesfreie Zähne vier Jahre nach Zahndurchbruch nicht mehr versiegelt werden müssten [Locker et al. 2003].

Epidemiologische Studien zeigen, dass erste und zweite Molaren eine höhere Wahrscheinlichkeit der Zerstörung als jede andere Zahngruppe haben. Vergleicht man den ersten und zweiten Molar miteinander, weisen beide ein gleich hohes Risiko einer Kariesentstehung auf. Sie sind folglich beide die wichtigsten Kandidaten für eine Fissuren- und Grübchenversiegelung [Locker et al. 2003].

In einer Untersuchung vom Irmisch et al. [1997] traten an den ersten bleibenden Molaren in 55,3% und an den zweiten bleibenden Molaren in 52,6% Retentionsverluste der Versiegelungen auf. Die Verlustraten der ersten Molaren waren somit etwas höher als die der zweiten Molaren. In der Studie von Folke et al. [2004] über einen Beobachtungszeitraum von zehn Jahren ergab sich bezüglich des Zahntyps kein signifikanter Einfluss auf die Überlebensrate von Fissuren- und Grübchenversiegelungen. Feigal [1998] zeigte in seiner Untersuchung auf, dass es selbst unter den besten Bedingungen zu Verlusten von Versiegelungen komme. Für Molaren sei es notwendig insgesamt 5-10 Versiegelungen pro Zahn durchzuführen, um die Kaufläche langfristig vor Karies zu schützen.

2.7.6. Abhängigkeit vom Parameter Ober-/Unterkiefer

In einer brasilianischen Studie [da Silva Tagliaferro et al. 2011] lassen sich Hinweise darauf finden, dass die Kariesanfälligkeit der Molaren im Zusammenhang mit ihrer genauen Lokalisation im Ober- oder Unterkiefer steht. Innerhalb von zwei Jahren zeigten die ersten bleibenden Molaren im Unterkiefer einen fast doppelt so hohen Karieszuwachs mit 0,12 für den Zahn 36 und 0,10 für den Zahn 46, als die ersten bleibenden Molaren im Oberkiefer mit 0,7 für den Zahn 16 und 0,05 für den Zahn 26.

In einer Untersuchung von Wendt et al. [2001a] waren 40% der Versiegelungen der ersten Molaren im Unterkiefer gescheitert, da die Zähne eine Karies oder Restauration der bukkalen Grübchen aufwiesen. Die Versiegelungen im Bereich

der okklusalen Flächen waren währenddessen meist noch vollständig intakt. Die Autoren nahmen an, dass die bukkale Grübchen der Unterkiefermolaren schwieriger zu versiegeln seien, als ihre okklusalen Fissuren. Während der Durchführung müsse diesen Grübchen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, insbesondere bei der Trockenlegung. In dieser Studie waren die Molaren des Unterkiefers signifikant häufiger kariös oder gefüllt als die Molaren des Oberkiefers. Eine ältere Studie von Barrie et al. [1990] stimmt mit diesen Ergebnissen überein. Sie zeigten, dass zwei Jahren nach der Durchführung einer Versiegelung nur 39% der Versiegelungen der bukkalen Grübchen der Molaren im Unterkiefer intakt waren. Auch Bravo et al. [1996] bestätigten, dass die Retention in den Fissuren des Oberkiefers besser als an den okklusalen Flächen des Unterkiefers sei.

Irmisch et al. [1997] stellten hingegen in Bezug auf Retentionsraten von Versiegelungen in ihrer Querschnittsstudie fest, dass im Unterkiefer erste und zweite Molaren gleich hohe Werte an intakte Versiegelungen aufwiesen mit jeweils 49%. Im Oberkiefer währenddessen waren die intakten Versiegelungen mit 45% an den zweiten Molaren, den ersten Molaren mit nur 37% intakten Versiegelungen überlegen und die Retentionsraten insgesamt schlechter als im Unterkiefer. Eine Studie von Heinrich-Weltzien und Kühnisch [1999] kann diese Ergebnisse unterstützen. Nur 49% der Fissurenversiegelungen der untersuchten 8-Jährigen und lediglich 36% bei den 14-Jährigen waren vollständig intakt. Dabei traten die Verluste der Versiegelungen ebenfalls eher im Ober- als im Unterkiefer auf.

2.7.7. Abhängigkeit vom Parameter Fissurenreinigung

Plaque und andere Ablagerungen auf der Zahnoberfläche können den Ätzprozess stören und die Penetration des Versieglermaterials verhindern [Babu et al. 2014]. Die Notwendigkeit, die zu versiegelnden Flächen zuvor zu reinigen und die Art und Weise der Durchführung einer Reinigung, ist in der Literatur allerdings umstritten. So konnten Waggoner und Siegel [1996] im Vergleich der verschiedene Reinigungsmethoden keinen Unterschied in den Retentionsraten feststellen. Es liegen ebenso Aussagen vor, dass die Reinigung keinen zusätzlichen Nutzen zur Retentionserhöhung bietet [Blackwood et al. 2002]. Während andere Autoren die Meinung vertreten, dass der Effekt der Säureätzung allein für eine ausreichend

Reinigung sorgt, sofern offensichtliche Verunreinigung zuvor entfernt werden [Harris und Garcia-Godoy 1999].

Raadal et al. [2001] befürworten eine vorsichtige Entfernung der Plaque durch die Verwendung von Bimsstein oder die Anwendung von Pulverstrahlgeräten, um optimale Ätzmuster zu erhalten. Andere Autoren empfehlen die Reinigung mit rotierendem Bürstchen und Prophylaxepaste und ebenfalls die Verwendung von Pulverstrahlgeräten [Blackwood et al. 2002, Irmisch 2003, Ansari et al. 2004]. Auch Ansätze, mit Hilfe von Wasserstoffperoxid (3%) Fissuren zu reinigen, liegen vor. Allerdings liefern sie keine Beweise, dass diese Methode die klinischen Retentionsraten verbessert [Christensen 1992]. Sogar die Reinigung der Fissur mit einem Bohrer wurde untersucht und ergab in manchen Studien gute Retentionsergebnisse [Shapira and Eidelman 1986, Lygidakis et al. 1994]. Die gezielte invasive Entfernung von Schmelz an einem gesunden Zahn, lediglich zur Reinigung der Fissur, ist jedoch eine fragliche Methode, welche das Gleichgewicht der Fissuren zerstört und das Kind unnötigen Verwendungen von Instrumenten aussetzt. Sie gilt als unnötige und nicht wünschenswerte Vorgehensweise [Welbury et al. 2004]. Darüber hinaus ist bei dieser Art der Reinigung eine Fissurenversiegelung nicht mehr an eine Zahnarzthelferin delegierbar [Waggoner und Siegal 1996].

In der Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelungen von 2010 [Kühnisch et al. 2010] kommen die Autoren zu dem Schluss, dass Retentionsraten mehrheitlich in In-vitro-Studien untersucht wurden. Nur wenige vergleichende In-vivo-Studien liegen zu diesem Aspekt vor, daher sei eine umfassende Beurteilung der verschiedenen Methoden anhand klinischer Studien nicht möglich und das Evidenzniveau werde als offen angesehen. Trotzdem wird anhand einer rationalen Evidenz eine Zahnreinigung vor der Versiegelung als notwendig angesehen. Die Leitlinie empfiehlt, um eine saubere Zahnoberfläche und damit optimale Bedingungen für die Säure-Ätz-Technik zu erhalten, anhaftende Plaque soweit wie möglich vom zu versiegelten Zahn zu entfernen. Dieser Arbeitsschritt sei zudem Grundlage für eine korrekte Kariesdiagnostik und Indikationsstellung. Zur Reinigung der Fissuren stehen unterschiedliche Vorgehensweisen zur Verfügung, wie die Verwendung eines rotierenden Bürstchens mit oder ohne zur Hilfenahme einer Prophylaxepaste, oder die Anwendung eines Pulverstrahlgerätes.

Die Zahnreinigung mit einem rotierenden Bürstchen sei aus heutiger Sicht als das Routinevorgehen anzusehen. In den meisten verfügbaren klinischen Untersuchungen wird dieses Reinigungsverfahren aufgrund der einfachen, schnellen und kindgerechten Durchführbarkeit angewendet [Donnan & Ball 1988, Gillcrist et al. 1998]. Von der Durchführung einer Reinigung mit fluoridhaltigen Prophylaxepasten wird allerdings abgeraten, da Fluoride die Schmelzoberfläche weniger reaktiv gegenüber dem Ätzmittel machen und in der Folge die Klebekraft des Versieglermaterials verringern können [Babu et al. 2014]. Als kritisch wird bei der Verwendung von rotierenden Bürstchen eine fehlende Tiefenreinigung der Fissuren diskutiert. Um diesen Nachteil zu kompensieren, wird der Einsatz von Pulverstrahlgeräten zur Reinigung empfohlen. In der Literatur lassen sich für In-vitro-Studien nach zusätzlicher Pulverstrahlreinigung teilweise verbesserte Retentionsraten finden [Scott und Greer 1987, Brockmann et al. 1989, Sol et al. 2000], allerdings zeigt eine klinische Studie von Scott et al. [1988] keine erhöhten Retentionsraten für dieses Vorgehen.

Die präventive Wirksamkeit der Fissurenversiegelung ist von ihrer Qualität abhängig [Riethe 1988]. Defekte und Verluste der Versiegelungen stellen ein Problem dar und bieten Angriffsmöglichkeiten für Karies. Die Ursachen hierfür sehen Merte et al. [1995] neben einer unzureichenden Schmelzätzung, einer zu hohen Viskosität des Versieglermaterials und der blasigen Applikation, in der ungenügenden Fissurenreinigung vor der Durchführung einer Versiegelung.

2.7.8. Abhängigkeit vom Parameter Trockenlegung

Die Frage, inwieweit eine relative Trockenlegung bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung ausreichend oder eine absolute Trockenlegung notwendig ist, wurde in der Vergangenheit viel diskutiert [Kühnisch et al. 2010]. Eine adäquate Trockenlegung wird als der kritischste und wichtigste Aspekt der Versiegelung angesehen [Waggoner und Siegal 1996, Harris und Garcia-Godoy 1999, Babu et al. 2014].

Mit der Trockenlegung soll erreicht werden, dass ein entstandenes Ätzmuster auf dem Zahn nicht durch Feuchtigkeit kontaminiert und zerstört wird, denn dies wirkt sich negativ auf die endgültige Haftung der Versiegelung am Zahn aus [Babu et al. 2014]. Die Verzahnung von Kunststoffzapfen (Bonding-Tags) mit dem

Ätzmuster wird reduziert oder sogar blockiert und damit eine ausreichende Verankerung des Versieglermaterials am Zahn verhindert. Eine Kontamination durch Speichel führt darüber hinaus zu einem Niederschlag von Glykoproteinen, welche ebenfalls die Haftung des Kunststoffes am Zahn negativ beeinflussen [Silverstone 1984, Donnan und Ball 1988].

Eine absolute Trockenlegung durch Verwendung von Kofferdam ist offensichtlich die sicherste Methode des Feuchtigkeitsmanagment und bietet die beste Möglichkeit eine Isolierung von Anfang bis Ende zu gewährleisten. Allerdings bringt die Isolierung mit Watterollen einige Vorteile gegenüber der Anwendung eines Kofferdams mit sich [Babu et al. 2014]. Bei der Durchführung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung muss die Art der Trockenlegung mit der Kooperationsfähigkeit der in der Regel sehr jungen Patienten abgewogen werden. Sowohl die Versiegelung der ersten als auch der zweiten Molaren erfolgt meist in einem Stadium, in dem die Kaufläche des Zahns zwar vollständig einsehbar, aber das Zahnfleisch sich noch nicht unter den Zahnäquator zurückgezogen hat. Wenn überhaupt ist das Anlegen einer Kofferdamklammer meist nur subgingival und nicht schmerzfrei möglich [Eidemann et al. 1983, Welbury et al. 2004]. Die Platzierung ist möglicherweise nur mit Hilfe einer Lokalanästhesie umsetzbar [Lygidakis et al. 1994, Welbury et al. 2004]. Um die Mitarbeit des Kindes nicht zu gefährden, wird sich in der Mehrheit der Fälle daher für eine relative Trockenlegung entschieden [Kühnisch et al. 2010].

Hinzu kommt, dass es ausreichend Belege dafür gibt, dass eine relative Trockenlegung mit Watterollen im Vergleich zur absoluten Trockenlegung mit Kofferdam gleiche Retentionsergebnisse bringt [Lygidakis et al. 1994, Waggoner und Siegal 1996]. Vergleichende klinische Untersuchungen erzielten zwar tendenziell höhere Retentionsraten unter Kofferdam, allerdings konnte in der Mehrzahl der Studien kein signifikanter Unterschied der Überlebensraten zwischen den Trockenlegungsarten nachgewiesen werden [Eidelman et al. 1983, Straffon et al. 1985, Wright et al. 1988, Wood et al. 1989, Lygidakis et al. 1994, Albani et al. 2005]. Nur wenige Studien liegen vor, in denen eine absolute Trockenlegung signifikante Vorteile erbrachte [McConnachie 1992, Ganss et al. 1999].

Prinzipiell kann sowohl die absolute als auch die relative Trockenlegung empfohlen werden. Aus praktischer Sicht bietet die absolute Trockenlegung ein sicheres Arbeiten. Eine relative Trockenlegung mit Watterollen wird von den meisten Kindern und Jugendlichen jedoch besser akzeptiert und allgemein als ausreichend angesehen [Kühnisch et al. 2010]. Nachteilig an der relativen Trockenlegung ist allerdings, die Notwendigkeit eines vierhändigen Arbeitens [Cooper 1974, Robinson et al. 1968, Wood et al. 1989]. Wird die Versiegelungen ohne Assistenz durchgeführt, sollte der Kofferdam das Mittel der Wahl sein [Griffin et al. 2008].

2.7.9. Abhängigkeit vom Parameter Fluoridierung

Allgemein wird dazu geraten, neben der Durchführung von Fissuren- und Grübchenversiegelungen, regelmäßig Fluoridpräparate zur Kariesprophylaxe anzuwenden [Hellwig et al. 2009]. Es gibt Hinweise darauf, dass sich die Retentionsraten von Versiegelungen verringern, wenn die Kariesaktivität des Patienten nicht durch zusätzliche Maßnahmen wie Fluoridanwendungen nach der Durchführung der Versiegelung kontrolliert wird [Heyduck et al. 2006].

Zur Remineralisation geätzter, aber nicht versiegelter Schmelzareale, wird die Lokalapplikation eines Fluoridpräparates direkt nach Platzierung der Versiegelung empfohlen [Kühnisch et al. 2010]. Es lassen sich in der Literatur nur wenige Aussagen darüber finden, ob dies Einfluss auf die Retentionsraten von Versiegelungen nimmt. In einer Studie von Folke et al. [2004] hatten Fluorid-erfahrungen bereits in der Vergangenheit einen signifikant positiven Einfluss auf die Überlebensraten von Fissurenversiegelungen. Eine zusätzliche lokale Fluoridapplikation nach der Versiegelung zeigte eine Schutzwirkung, aber keine Signifikanz in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Versiegelung.

2.7.10. Abhängigkeit vom Parameter Versiegelungsmaterial

Die verschiedenen Versiegelungsmaterialien, welche zur Anwendung kommen, unterscheiden sich hinsichtlich ihres Grundmaterials, in der Methode ihrer Aushärtung, sowie in ihrem Fluoridgehalt [Locker et al. 2003]. Die zwei wichtigsten Grundmaterialien sind Kunststoffe und Glasionomerzemente [Simonsen 2002, Adair 2003].

Kunststoffmaterialien enthalten zusätzliche Füller, die ihre Viskosität und Fließeigenschaften beeinflussen. Diese Materialien können durch Autopolymerisation, Lichtpolymerisation oder einer Kombination beider Methoden aushärten [Beauchamp et al. 2008].

Glasionomerzemente besteht aus zwei Komponenten, dem säurelöslichem Fluoro-Aluminium-Silikat-GLaspulver und Polyacrylsäure [van Amerongen et al. 2008]. Man unterscheidet zwei Varianten, welche beide Fluoride enthalten, eine Konventionelle und eine Kunststoffmodifizierte. Für die konventionellen Glasionomerzemente muss die Zahnfläche zuvor nicht angeätzt werden, sie sind einfacher zu applizieren und weniger feuchtigkeitsempfindlich als die modifizierten Zemente [Beauchamp et al. 2008].

Um eine wirksame Kariesprävention der Fissuren- und Grübchenversiegelung zu erhalten, werden an das Versieglermaterial die Anforderungen gestellt, dass allen Arten der Funktion und thermischen Veränderungen keinen Einfluss auf die Retention haben dürfen und das Material beständig gegen Verschleiß und Bruch sein muss [Goršeta 2015]. Lesser [2001] formuliert als zentrale Anforderungen an das Material eine lange Retentionszeit, da sie das wichtiges Qualitätsmerkmal darstelle. Ein teilweiser oder vollständiger Verlust des Materials reduziere die kariesprophylaktische Wirkung.

Im Allgemeinen finden heute eher Kunststoffmaterialien Anwendung [Hellwig et al. 2010]. Die Versiegelung mit konventionellem Glasionomerzement ist aufgrund hoher Retentionsverluste weniger verbreitet [Simonsen 2002]. Kunststoffmaterial allerdings erfordert ein sehr gutes Feuchtigkeitsmanagement. Glasionomerzemente hingegen sind weniger feuchtigkeitsempfindlich [Beirut et al. 2006, Ahovuo-Saloranta et al. 2008], daher können sie als vorläufiges Versiegelungsmaterial bei Patienten mit hohem Kariesrisiko in der kritischen Phase des Zahndurchbruchs bei inadäquater Trockenlegung Anwendung finden [Carvalho et al. 1992, Araujo et al. 2002, van Amerongen et al. 2008]. Aufgrund des Fluoridgehalts von Glasionomerzementen wird in diesen Fällen erwartet, dass ein zusätzlicher präventiver Effekt entsteht [Lesser 2001, Simonsen 2002, Salar et al. 2007].

In einer von Kervanto-Seppälä et al. [2008] durchgeführten Vergleichsstudie im Split-Mouth-Design zwischen Glasionomerzement und lichtpolymerisierendem Kunststoff, ergab sich ein signifikanter Unterschied in der entstandenen Kariesrate

zu Gunsten des Kunststoffmaterials. Kühnisch et al. [2012] untersuchten in einer Metaanalyse die klinischen Retentionsraten von Fissurenversiegelungen in Bezug auf Beobachtungszeitraum und Materialtyp. Studien über Autopolymerisate hatten mit bis zu 20 Jahren die längsten Beobachtungszeiträume. Für eine 5-Jahres-Retentionsrate ergab sich für dieses Material durchschnittlich ein Wert von 64,7%. Lichtpolymerisierende Kunststoffmaterialien zeigten ähnliche 5-Jahres-Retentionsraten von 69,9% bis zu 83,8%. Im Gegensatz dazu erreichten Glasionomerzemente lediglich 5-Jahres-Retentionsraten von unter 19,3% und wurden von den Autoren als minderwertig und nicht empfehlenswert eingestuft. Jokovic und Locker [2001] bestätigen diese Ergebnisse in ihrer Analyse. Sie stellten für autopolymerisierende Versiegelungsmaterialien eine Retentionsrate von 60% nach fünf bis sieben Jahren fest. Mit sichtbarem Licht ausgehärtete Versiegelungskunststoffe wiesen ähnliche Retention wie autopolymerisierende Kunststoffe auf. Darüber hinaus fanden sie für fluoridhaltige Kunststoffe, welche mit sichtbarem Licht polymerisiert wurden, nur Kurzzeitstudien. Diese zeigten aber vergleichbare Retentionsraten für die gleichen Beobachtungszeiträume wie von Autopolymerisaten und konventionellen Lichtpolymerisaten. Ob zusätzliche Fluoride zu einer weiteren Kariesprävention führen oder eingeschlossene kariöse Läsionen hemmen, sei allerdings bisher nicht ausreichend bekannt. Auch diese Autoren finden für konventionelle und modifizierte Glasionomerzemente deutlich geringer Retentionsraten vor. Sie empfehlen, unabhängig vom verwendeten Material, eine Nachkontrolle innerhalb des ersten Jahres, da für alle Materialien die Wahrscheinlichkeit eines Retentionsverlustes kurz nach der Applikation am höchsten sei.

Verschiedenen Studien konnten zeigen, dass auf Kunststoffmaterial basierende Fissurenversiegelungen sogar in der Lage sind weiteres Voranschreiten einer kariösen Läsion unterhalb der Versiegelung zu stoppen [Mertz-Fairhurst et al. 1986, Handelman 1991].

Es gibt allerdings auch Untersuchungen, die zwischen den beiden Materialien keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die kariesprophylaktische Wirkung feststellen konnten [Saloranta et al. 2008, Beiruti al. 2006, Griffin et al. 2008].

Die Wahl zwischen einem Kunststoffmaterial und Glasionomerzement sollte auf der Durchführbarkeit eines adäquaten Feuchtigkeitsmanagments basieren. Kunst-

stoffe sollten generell bevorzugt werden, da sie langlebiger sind. Glasionomerelemente sollten als vorübergehende und nicht dauerhafte Versiegelung angesehen werden und nur in Fällen schwieriger Trockenlegung gewählt werden [Welbury et al. 2004].

Auch die im Jahr 2010 veröffentlichte Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelung [Kühnisch et al. 2010] empfiehlt aufgrund der längeren Überlebenszeiten die Anwendung niedrigvisköser auto- oder lichtpolymerisierende Kunststoffmaterialien. Lichtpolymerisate seien darüber hinaus im klinischen Einsatz zeitsparend und weniger verarbeitungssensitiv und daher bevorzugt zu verwenden.

2.7.11. Abhängigkeit vom Parameter Recallanzahl

Da unabhängig vom verwendeten Versiegelungsmaterial ein Retentionsverlust eintreten kann, sind regelmäßige Kontrollen der durchgeführten Fissuren- und Grübchenversiegelungen unbedingt erforderlich [Kühnisch et al. 2010]. Man kann von etwa 5% bis zu 10% Retentionsverlusten pro Jahr ausgehen [Feigal 1998, Mejahre et al. 2003, Ahovuo-Saloranta et al. 2008]. Diese Werte verdeutlichen den hohen Stellenwert von regelmäßigen Nachuntersuchungen [Goršeta 2015]. Sie sind entscheidend, um einen Kariesschutz sicherzustellen [Romcke et al. 1990, Chestnutt et al. 1994, Deery et al. 1997] und den langfristige Erfolg einer Versiegelung zu erhöhen [Leverett et al. 1983, Romcke et al. 1990, Goršeta 2015]. Auch Beauchamp et al. [2008] und Hellwig et al. [2010] sehen den dauerhaften Erfolg von Fissurenversiegelungen, neben einer adäquaten Verarbeitung, in den regelmäßigen Überprüfungen der Versiegelungen.

Die Verlustraten der Versiegelungen sind in der Regel während der ersten sechs Monate nach Platzierung am höchsten [Dennison und Straffon 1990]. Die Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelung [Kühnisch et al. 2010] empfiehlt daher eine erste Nachkontrolle innerhalb von sechs Monaten vorzunehmen. Alle weiteren Kontrollen sollten sich anschließend an den in Abhängigkeit vom Kariesrisiko festgelegten Recall-Intervallen orientieren. Jokovic und Locker [2001] fordern für alle Arten von Versiegelungsmaterialien, aufgrund der hohen Verlustraten bereits in der ersten Zeit nach Applikation, eine erste Nachuntersuchung innerhalb von einem Jahr. Irmisch et al. [1997] stellten in ihrer

Untersuchung ebenfalls fest, dass ein Risiko eines vollständigen oder partiellen Versiegelungsverlustes kurz nach der Applikation am größten sei. Aus diesem Grund fordern die Autoren bereits nach ein bis drei Monate eine erste Kontrolle. Für weitere Nachuntersuchungen liegt ihre Empfehlung bei halbjährlichen Kontrollen. Hellwig et al. [2010] sehen in der Bereitschaft sich in ein nachfolgendes Recall-System aufnehmen zu lassen ein Kriterium, welches für die Indikationsstellung erfüllt sein sollte.

Die fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie [Jordan und Micheelis 2016] führt sowohl regelmäßige, kontrollorientierte Besuche in Zahnarztpraxen, als auch die Versiegelung der Molaren, als Gründe für den weiter voranschreitenden Kariesrückgang auf.

West et al. [2011] können in ihrer Untersuchung einen signifikanten Einfluss des Recalls auf das Überleben von Fissuren- und Grübchenversiegelungen nachweisen. Größere Abstände zwischen den Nachkontrollen zeigten einen negativen Einfluss. Bei den Nachuntersuchungen sollten jedes Mal die versiegelten Zahnoberflächen sowohl visuell als auch taktil auf Materialverluste, Hohlräume im Material und Kariesentstehung hin überprüft werden [Goršeta 2015]. In Fällen eines vollständigen oder teilweise feststellbaren Versiegelungsverlustes sollte eine erneute Applikation einer Fissuren- und Grübchenversiegelung erfolgen. Zuvor allerdings muss erneut die Indikation für eine Versiegelung geprüft werden [Chestnutt et al. 1994, Wendt et al. 2001a, 2001b, Lavonius et al. 2002, Goršeta 2015]. Bei einem Teilverlust ist das verbliebene Versiegelungsmaterial hinsichtlich seiner Retention zu prüfen. Eine vollständige Entfernung fest anhaftender Materialreste ist nicht erforderlich [Kühnisch et al. 2010], wenn sie auch nach energischen Versuchen einer Lösung vom Zahn intakt bleiben [Goršeta 2015]. Findet keine Erneuerung defekter Fissurenversiegelungen statt, so beträgt die Kariesreduktion für okklusale Läsionen nach einem Jahr ungefähr 80% und fällt innerhalb der nächsten vier Jahre auf 58% ab. Wird die Fissurenversiegelung allerdings regelmäßig kontrolliert und verloren gegangene Anteile der Versiegelungen erneuert, so beträgt die kariesprophylaktische Effektivität bis zu 100% [Hellwig et al 2010].

2.7.12. Abhängigkeit vom Parameter Behandlergruppe

Als Ursache für Defekte oder Verluste von Versiegelungen wurden in der Vergangenheit oft Materialfehler verantwortlich gemacht. Mittlerweile werden vor allem Verarbeitungsfehler des Behandlers bei der Durchführung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung als Ursache für Misserfolge angenommen [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 1999]. So wie die Durchführung einer Behandlung abhängig von der subjektiven Einschätzung des Behandlers ist und auf dessen Erfahrung basiert, so ist auch ein Untersuchungsergebnis individuell. In Bezug auf die Indikationsstellung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung ist bekannt, dass insbesondere die Beurteilung kleiner kariöser Läsionen [McComb und Tam 2001] und auch die Einordnung einer Fissur als anatomisch tief von einem zum anderen Behandler stark variieren kann [Feigal 1998].

In der Literatur lassen sich einige Studien finden, in denen speziell ein Vergleich zwischen verschiedenen Behandlergruppen bei der Fissuren- und Grübchenversiegelungen untersucht wurde. Diese Untersuchungen dienten hauptsächlich der Beurteilung einer Deligierbarkeit der Fissuren- und Grübchenversiegelung an das Personal. Die Studien vergleichen daher meist Zahnärzte/innen mit Zahnarzthelfern/innen oder Dentalhygienikern/innen.

Eine solche Studie verfassten Folke et al. [2004]. Sie untersuchten zehn Jahre retrospektiv den Erfolg von Fissurenversiegelungen im Vergleich zwischen vier Zahnärzten/innen, drei Dentalhygienikern/innen und zehn Zahnarzthelfern/innen als Behandler. Alle nutzten ein standardisiertes Verfahren zur Applikation an insgesamt 3194 Molaren. Die Ergebnisse der Behandlergruppen Zahnärzte/innen und Helfer/innen waren vergleichbar, die der Hygieniker/innen sogar besser als die der Zahnärzte/innen. Die Studie unterstützt die Delegation der Fissuren- und Grübchenversiegelung an das Personal. Im Unterschied zu diesen Ergebnissen konnten Foreman und Matis [1992] in einem Vergleich allein zwischen Zahnarzthelfern/innen und Dentalhygienikern/innen eine signifikant bessere Überlebensrate bei der Gruppe der Zahnarzthelfer/innen und nicht der Hygieniker/innen ermitteln. Die Delegation der Aufgabe wurde allerdings trotzdem befürwortet.

Nilchian et al. [2011] untersuchten retrospektiv die Erfolgsraten von Fissurenversiegelungen von 25 Zahnärzten/innen und 25 zahnmedizinischen Helferinnen,

die insgesamt 1100 Versiegelungen an ersten und zweiten bleibenden Molaren durchführten. Sie konnten im Vergleich der beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied der Überlebensraten feststellen. Nach drei Jahren lagen die Retentionsrate der Zahnärzte/innen bei 62,4% und die der Helferin bei 58,1%. Auf Grundlage der Studienergebnisse sahen die Autoren die Übertragung der Fissuren- und Grübchenversiegelung an andere Personen als gerechtfertigt an. Ooi und Tan [1986] konnten ebenfalls in ihrer zweijährigen Vergleichsstudie zwischen Zahnärzten/innen und Zahnarzthelfern/innen keinen signifikanten Unterschied feststellen.

Galloway et al. [2003] führten ein systematisches Review zum Vergleich zwischen Zahnärzten/innen und Helfern/innen in verschiedenen Bereichen der Zahnbehandlung durch. Sie konnten allgemein zeigen, dass an Helfer/innen eine Reihe von Aufgaben übertragbar und sie mit einer entsprechenden Ausbildung in der Lage sind, diese selbstständig und in vergleichbarer Qualität durchzuführen.

Die Wirksamkeit von Fissurenversiegelungen aus der Zahnarztpraxis ist weniger bekannt, die meisten Studien beziehen sich auf die klinische Durchführung von Fissuren- und Grübchenversiegelungen unter kontrollierten Bedingungen. Daher führten Ismail und Gagnon [1995] eine Studie durch, in der sie die Wirksamkeit von Versiegelungen, welche in der Zahnarztpraxis unter unkontrollierten Bedingungen gelegt wurden, mit den Ergebnissen von klinischen Studien vergleichen. Sie untersuchten zwei Jahre retrospektiv Versiegelungen der ersten bleibenden Molaren von 733 Kindern zwischen sechs und neun Jahren. Die Retentionsrate lag nach dieser Zeit bei durchschnittlich 73,5% und bestätigte für die Autoren, dass selbst unter unkontrollierten Bedingungen in der Zahnarztpraxis Fissuren- und Grübchenversiegelungen wirksam sind. Wagner et al. [1994] unterstützen durch ihre Untersuchung dieses Ergebnis. Die Retentionsraten einer privaten Zahnarztpraxis waren nach zehn Jahren mit den Werten der Literatur vergleichbar und teilweise sogar besser.

In der Literatur sind kaum Studien zu finden, welche Studenten/innen als Behandlergruppe in einen Vergleich mit einbeziehen. West et al. [2011] allerdings führten eine Studie durch, in der sie Kinderzahnärzte/innen mit Zahnmedizinstudenten/innen verglichen. An 203 Kindern im Alter von sechs bis zehn Jahren konnten 481 Versiegelungen der ersten bleibenden Molaren erfasst werden, welche

mindestens zwei Jahre nachuntersucht wurden. Am Ende des Untersuchungszeitraums zeigten sich 281 Retentionsverluste. Die Studie konnte auch bei Studenten/innen als Behandler keinen signifikanten Unterschied der Überlebensraten feststellen.

3. Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Studie war die retrospektive Untersuchung und Evaluation der Fissurenversiegelungstherapien, welche in den Jahren 2010 bis 2012 im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde, sowie in einer nahe gelegenen Zahnarztpraxis (Dr. Boris Jablonski, Lollar) durchgeführt worden waren.

Die Zahnklinik der Philipps-Universität Marburg gehört zu den wenigen Kliniken mit einer eigenen Abteilung für Kinderzahnheilkunde und bietet in der Lehre im 10. Fachsemester Zahnmedizin (Kurs der Zahnerhaltungskunde II) seit Jahren für Studenten die Behandlung von Kindern und Jugendlichen an.

Neben der Ermittlung der Überlebensraten der Versorgungen und der Untersuchung verschiedener Parameter, welche zum Erfolg bzw. Misserfolg geführt haben, sollte in dieser Studie auch ein Vergleich zwischen den verschiedenen Behandlergruppen Klinikzahnarzt, Praxiszahnarzt und Student stattfinden und mögliche Unterschiede herausgearbeitet werden.

Darüber hinaus stellte diese Studie die erste Evaluation der Versiegelungstherapien der Abteilung für Kinderzahnheilkunde dar und diente zur internen Überprüfung der Qualität, sowie der Beurteilung des Lehrkonzeptes, Fissuren- und Grübchenversiegelungen in den praktischen Studentenkursen anzubieten.

Zusätzlich konnte mit dieser Studie die Wirksamkeit von Fissuren- und Grübchenversiegelungen, welche in der Zahnarztpraxis unter unkontrollierten Bedingungen gelegt wurden, mit den Ergebnissen von Versiegelungen, die unter klinischen und kontrollierten Bedingungen durchgeführt wurden, verglichen werden.

Der Erfolg bzw. Misserfolg einer Fissurenversiegelung kann von verschiedenen Parametern beeinflusst werden, wie die diagnostischen und therapeutischen Empfehlungen der Leitlinie für Fissuren- und Grübchenversiegelung [Kühnisch 2010] aufzeigen. Aufgeführte mögliche beeinflussende Parameter können zum Beispiel das Kariesrisiko der Patienten, Fissurenreinigung vor Versiegelung, Trockenlegung während der Versiegelung, das Fissurenversiegelungsmaterial, das Nachkontrollintervall und die fachliche Qualifikation des Behandlers sein.

Die folgenden Aussagen sollten als Hypothesen mittels geeigneter statistischer Methode in dieser Studie überprüft werden:

1. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Geschlecht ab.
2. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Alter der Patienten bei Erstbehandlung ab.
3. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom dmf-t Wert der Patienten ab.
4. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom DMF-T Wert der Patienten ab.
5. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der allgemeinen Anamnese der Patienten ab.
6. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Zahngruppe erster oder zweiter Molar ab.
7. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Ober- oder Unterkiefer ab.
8. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Fissurenreinigung vor Versiegelung ab.
9. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Art der Trockenlegung ab.
10. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von einer Zahnfluoridierung nach Versiegelung ab.
11. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Versiegelungsmaterial ab.
12. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Anzahl der Recalls ab.
13. Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Behandlergruppe ab.

4. Material und Methode

Es handelt sich bei der vorliegenden Arbeit um eine retrospektive Studie ohne personenbezogene Daten, die zur Untersuchung und Evaluation der Fissurenversiegelungstherapie diente. Die Überlebensraten der Versorgungen sollte anhand verschiedener Parameter ermittelt und zusätzlich überprüft werden, welche Kriterien zum Erfolg bzw. Misserfolg führten, sowie ein Vergleich zwischen verschiedenen Behandlergruppen durchgeführt werden.

4.1. Studiendesign

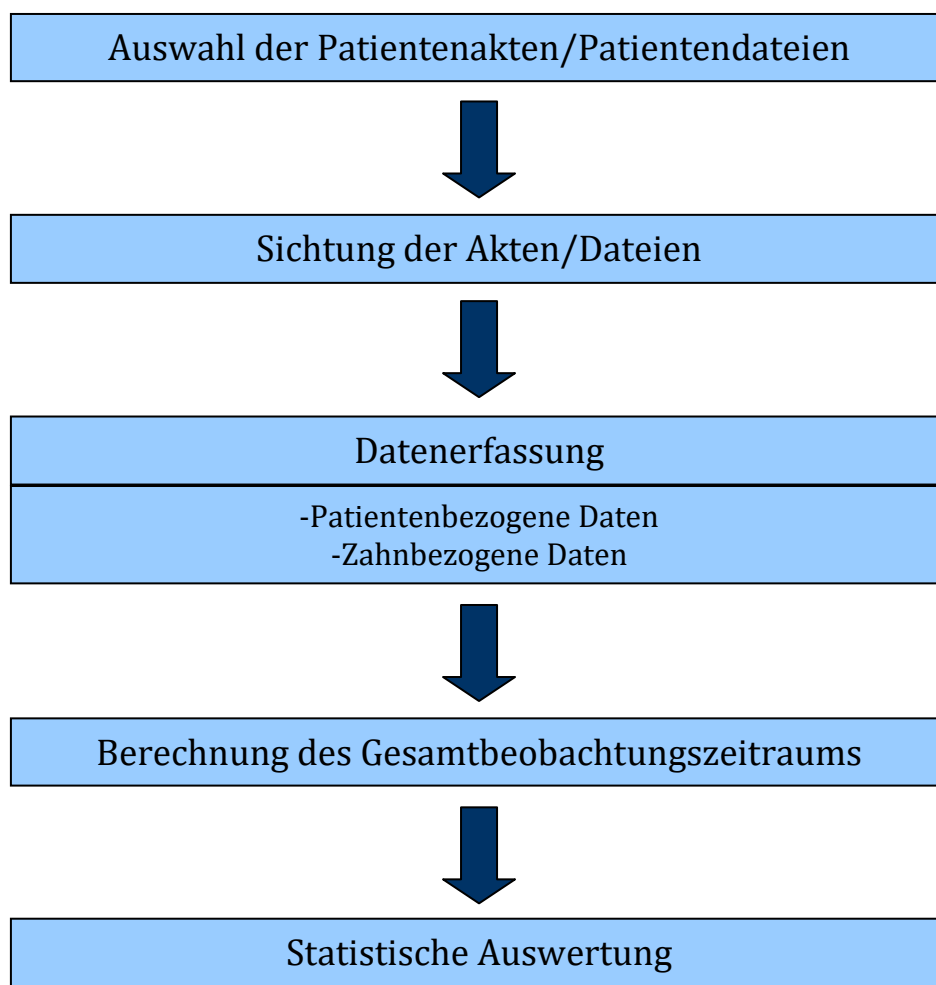


Abb. 4: Schema des Studiendesigns

4.2. Auswahl der Patientenakten/Patientendateien

Beobachtungseinheit der Studie waren alle Kinder und Jugendlichen im Alter von 5 bis 17 Jahren zum Zeitpunkt der Behandlung, die in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-

Universität Marburg oder in einer Zahnarztpraxis (Dr. Boris Jablonski, Lollar) durch Klinikzahnärzte, Praxiszahnärzte oder Studenten, im Zeitraum von 2010 bis einschließlich 2012, mit mindestens einer Fissurenversiegelung versorgt worden waren. Insgesamt wurden 335 Patienten erfasst, davon 99 in der Zahnklinik und 236 in der Zahnarztpraxis.

Die Daten wurden anonymisiert aufgenommen und ohne aktuelle personenbezogene Nachfragen oder Nachuntersuchungen ausgewertet. Die erfassten Parameter zum Behandlungsablauf und den Behandlungsergebnissen wurden ausschließlich anhand der Einträge und registrierten Zahnbefunde aus den Patientenakten in der Zahnklinik, sowie aus den digitalen Patientendateien der Zahnarztpraxis entnommen.

Es wurden klassische Fissurenversiegelungen an allen bleibenden Molaren (ausgenommen Weisheitszähne) erfasst. Zähne, die zuvor eine minimalinvasive Kariesexkavation mit Füllungstherapie und anschließender Versiegelung des restlichen Fissurenreliefs im Sinne einer erweiterten Fissurenversiegelung erhalten hatten, wurden nicht erfasst.

Der Zahn stellte die kleinste Untersuchungseinheit der Studie dar. Bei der Versiegelung mehrerer Zähne an einem Patienten wurde jeder Zahn als einzelner Fall betrachtet. Eine Erneuerung einer Fissurenversiegelung im erfassten Zeitraum wurde als neuer Fall in die Studie aufgenommen. Wurden Teile einer bestehenden Versiegelung ergänzt, wurde diese Versiegelung ebenfalls als neuer Fall betrachtet. Patienten, welche lediglich einmalig zur Versiegelung eines Zahns in Behandlung waren und an keinen Nachkontrollen teilgenommen hatten, wurden nicht berücksichtigt, da in diesen Fällen keine Aussagen zur Überlebenswahrscheinlichkeit getroffen werden konnte.

4.3. Sichtung der Akten/Dateien

Die Erfassung der Daten für die Behandlergruppen Klinikzahnärzte und Studenten erfolgte über das Aktenarchiv und aktuell laufende Akten in der Abteilung für Zahnerhaltung der Zahnklinik der Philipps-Universität Marburg. Die Datenerfassung der Behandlergruppe Praxiszahnarzt wurde in der Praxis von Dr. Boris Jablonski in Lollar durchgeführt. Dort lagen die Dateien in digitaler Form vor. Die Sichtung der Akten und Dateien erfolgte in dafür vorgesehenen Räumen.

4.4. Datenerfassung

Die erfassten Daten und Parameter wurden zunächst in einer Excel-Tabelle zusammengeführt. Folgende Parameter wurden erfasst:

4.4.1. Patientenbezogene Daten

-Geschlecht:

Von jedem Patienten wurde das Geschlecht erfasst. Für die spätere Auswertung wurde folgende Codierung festgelegt:

Geschlecht	Codierung
Männlich	1
Weiblich	2

Tab. 1: Codierung des Parameters Geschlecht

-Alter:

Das Alter bei Versiegelung wurde mit Hilfe des erfassten Datums der Erstbehandlung und des Geburtsdatums des Patienten, welches in Monat und Jahr notiert wurde, ermittelt. Das Alter wurde ebenfalls in Jahr und Monat angegeben. Für die Auswertung wurde der erhobene Mittelwert von 11,1 Jahren als Grenzwert für den Gruppenvergleich festgelegt:

Alter	Codierung
$\leq 11,1$ Jahre	0
$> 11,1$ Jahre	1

Tab. 2: Codierung des Parameters Alter

-dmf-t/DMF-T:

Anhand der aktuellsten Zahnbefunde zum Versiegelungszeitpunkt wurde das Kariesrisiko der Patienten bei Erstbehandlung ermittelt. Folgende Codierung wurde festgelegt:

Kariesrisiko	Codierung
dmf-t/DMF-T = 0	1
dmf-t/DMF-T > 0	2

Tab. 3: Codierung des Parameters dmf-t/DMF-T

-Allgemeine Anamnese

Aus den Anamnesebögen der Patienten wurden auffällige Befunde wie körperliche und geistige Behinderungen, Herz- und Lungenerkrankungen, psychiatrische Erkrankungen, Immunschwächen und Tumore notiert. Für die weitere Auswertung wurde festgelegt:

Anamnese	Codierung
Unauffällig	1
Auffällig	2

Tab. 4: Codierung des Parameters Allgemeine Anamnese

-Compliance

Die Compliance wurde unterteilt in „normal“, „keine“, „sediert“ und „Narkose“. Bei keinem der erfassten Patienten konnten Auffälligkeiten in der Compliance festgestellt werden, daher wurde dieser Parameter für die weitere Auswertung nicht mehr verfolgt.

4.4.2. Zahnbezogene Daten**-Erstbehandlung**

Das genaue Datum der Erstbehandlung wurde erfasst. Es diente zur Ermittlung des Alters zum Zeitpunkt der Versiegelung, sowie zur Ermittlung des Gesamtbeobachtungszeitraums der Versorgung gemeinsam mit dem Datum der letzten Nachkontrolle, welches ebenfalls den Zeitpunkt der Endkontrolle darstellte.

-Zahntyp

Der Zahntyp des versiegelten Zahns wurde erfasst. Da nur bleibende Molaren erfasst wurden, unterteilten sich diese in 16, 26, 36, 46, 17, 27, 37 und 47. Über den Zahntyp wurden die Zahngruppen erster und zweiter Molar ermittelt, sowie die Zuteilung zum Ober- und Unterkiefer vorgenommen. Für die spätere Auswertung wurde festgelegt:

Zahngruppe	Codierung
Erster Molar	1
Zweiter Molar	2

Tab. 5: Codierung des Parameters Zahngruppe

Ober-/Unterkiefer	Codierung
Oberkiefer	1
Unterkiefer	2

Tab. 6: Codierung des Parameters Ober-/Unterkiefer

-Fissurenreinigung

Für den Parameter Fissurenreinigung wurde anhand der Akteneinträge unterschieden zwischen „Ja“ und „nein/keine Angabe“. Es wurde für die Auswertung festgelegt:

Parameter	Codierung
Ja	1
Nein/k.A.	2

Tab. 7: Codierung des Parameters Fissurenreinigung

-Trockenlegung

Ob eine absolute oder relative Trockenlegung des Zahns stattgefunden hat, wurde aus den Akteneinträgen der Behandlung entnommen. Es wurde für die spätere Auswertung festgelegt:

Trockenlegung	Codierung
Absolut	1
Relativ	2

Tab. 8: Codierung des Parameters Trockenlegung

-Fluoridierung

Anhand der Einträge in den Akten wurde unterschieden, ob eine Fluoridierung nach Versiegelung stattgefunden hat mit „Ja“ oder „nein/keine Angabe“. Es wurde folgende Codierung festgelegt:

Fluoridierung	Codierung
Ja	1
Nein/k.A.	2

Tab. 9: Codierung des Parameters Fluoridierung

-Versiegelungsmaterial

Aus den Angaben zur Behandlung wurde der Name des verwendeten Materials entnommen. Für die spätere Auswertung wurde festgelegt:

Material	Codierung
Helioseal	1
Delton	2
Fissurit	3
Flowable	4
Glasionomerzement	5

Tab. 10: Codierung des Parameters Versiegelungsmaterial

-Recalltermine

Aus den Akteneinträgen wurden nach dem Erstbehandlungsdatum alle weiteren Behandlungstermine im erfassten Zeitraum entnommen. Über sie ermittelte sich die Anzahl der durchgeführten Recalls, das Datum der Endbehandlung in Form des letzten Nachkontrolltermins, welches zur Ermittlung des Gesamtbeobachtungszeitraums und der Überlebensdauer der einzelnen Versorgungen diene. Es wurde aufgrund der ermittelten durchschnittlichen Recallanzahl von 2,9 für die spätere Auswertung festgelegt:

Recallanzahl	Codierung
≤ 3 Recalls	1
> 3 Recalls	2

Tab. 11: Codierung des Parameters Recallanzahl

-Behandlergruppe

Bei der Erfassung des Parameters in der Zahnklinik wurde ermittelt, ob die Behandlung durch einen Klinikzahnarzt oder Studenten durchgeführt wurde. In der Zahnarztpraxis war der Parameter Praxiszahnarzt festgelegt. Der Parameter diene ebenfalls der Erfassung des Behandlungsortes Klinik oder Praxis. Es wurde für die Auswertung festgehalten:

Behandlergruppe	Codierung
ZA Klinik	1
ZA Praxis	2
Student	3

Tab. 12: Codierung des Parameters Behandlergruppe

-Zustand bei Endkontrolle

Für die Erfassung des Endzustandes wurde unterschieden zwischen keiner Veränderung der Versiegelung im erfassten Zeitraum, einer Erneuerung der Fissurenversiegelung, einer Durchführung einer erweiterten Fissurenversiegelung und dem Legen einer Füllung am erfassten Zahn. Dieser Parameter wurde ebenfalls zur Ermittlung des Auftretens eines Events herangezogen. Für die spätere Auswertung wurde folgende Codierung festgelegt:

Endzustand	Codierung
Ohne Veränderung	0
FV neu	1
FV erweitert	2
Füllung	3

Tab. 13: Codierung des Parameters Behandlergruppe

Überleben aller FV	Codierung
Ohne Veränderung (Zensus)	0
Erneuerung/Erweiterung/Füllung (Event)	1

Tab. 14: Codierung des Parameters Überleben aller FV

4.5. Berechnung des Gesamtbeobachtungszeitraums

Die Ermittlung des Gesamtbeobachtungszeitraums der Versorgungen erfolgte über die erfassten Daten des Datums der Erstbehandlung und der letzten Nachkontrolle, dem Datum der Endbehandlung.

4.6. Definition von Erfolg und Misserfolg

Die festgelegte Definition der Kriterien Erfolg (Zensus) und Misserfolg (Event) kann Tabelle 15 entnommen werden.

Kriterium	Bedeutung
Zensus (Erfolg)	Keine Veränderung der Fissurenversiegelung im erfassten Beobachtungszeitraum. Die Versorgung ist suffizient.
Event (Misserfolg)	Die Fissurenversiegelung wird im Beobachtungszeitraum in ihrem ursprünglichen Zustand verändert (Erneuerung, erweiterte FV, Füllung). Die Versorgung ist insuffizient.

Tab. 15: Definition von Zensus und Event

4.7. Statistische Auswertung

Die dokumentierten Verteilungen und Häufigkeiten wurden mittels deskriptiver Verfahren dargestellt. Die statistische Auswertung der in der Excel-Tabelle zusammengeführten Daten und Parameter erfolgte mit Hilfe des Programms MedCalc Version 12.7.5 am 27.10.2013. Die Überlebensanalyse wurde anhand der statistischen Methode von Kaplan und Meier [1958] ausgewertet und die Überlebensfunktionen als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt. Für Gruppenvergleiche wurde der Log-Rank-Test durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde $\alpha=0,05$ festgelegt.

5. Ergebnisse

5.1. Patientenbezogene Ergebnisse

Für diese Studie wurden in der Abteilung der Kinderzahnheilkunde im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg und in der Zahnarztpraxis von Dr. Boris Jablonski in Lollar insgesamt die Daten von 335 Patienten erfasst.

5.1.1. Erstbehandlungsjahre der Patienten

Im Rahmen dieser Studie wurde der Zeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2012 nachuntersucht. Die Verteilung der Patientenerstbehandlungen auf die Jahre des erfassten Beobachtungszeitraums kann Tabelle 16 entnommen werden.

Jahr	Anzahl (n)	Anteil (%)
2010	111	33,1
2011	143	42,7
2012	81	24,2
Gesamt	335	100

Tab. 16: Verteilung der Erstbehandlungen in den erfassten Jahren 2010-2012

5.1.2. Alter der Patienten

Das Alter der Patienten wurde in Jahr und Monat erfasst. Die Altersspanne reichte von 5,6 bis 17,9 Jahren. Im Mittel lag bei Versiegelung das Alter der Patienten bei 11,1 Jahren (95% Konfidenzintervall 10,7-11,4). Die Verteilung der Patienten auf die Altersspannen ist in Tabelle 17 dargestellt, ihr kann entnommen werden, dass es in den Altersspannen 6,0-8,9 und 13,0-13,9 Jahren leichte Hochs in der Verteilung gab.

Altersspanne	Anzahl (n)	Anteil (%)
5,0-5,9	6	1,8
6,0-6,9	35	10,4
7,0-7,9	38	11,3
8,0-8,9	35	10,4
9,0-9,9	25	7,5
10,0-10,9	21	6,3
11,0-11,9	32	9,6
12,0-12,9	34	10,1
13,0-13,9	42	12,5
14,0-14,9	21	6,3
15,0-15,9	14	4,2
16,0-16,9	20	6,0
17,0-17,9	12	3,6
Gesamt	335	100

Tab. 17: Verteilung der Altersspannen bei Versiegelung

5.1.3. dmft-Werte der Patienten

Die dmft-Werte der Patienten reichten von 0 bis 11. Im Mittel wiesen die Patienten einen Wert von 1,2 auf (95% Konfidenzintervall 1,0-1,4). Auf die Anzahl der Patienten verteilten sich die dmft-Werte wie in Tabelle 18 dargestellt. Fast 64% der Patienten zeigten keine Karies, Füllungen oder Zahnverluste der Milchzähne.

dmft-Wert	Anzahl (n)	Anteil (%)
0	214	63,9
1	34	10,1
2	19	5,7
3	24	7,2
4	14	4,2
5	7	2,1
6	11	3,3
7	7	2,1
8	3	0,8
9	1	0,3
11	1	0,3
Gesamt	335	100

Tab. 18: Verteilung der dmft-Werte aller Patienten

5.1.3.1. Subgruppen dmf-t Werte der Patienten

Die Werte für die erfassten kariösen Milchzähne (d-Wert) reichten von 0 bis 7. Im Mittel lag der d-Wert bei 0,4 (95% Konfidenzintervall 0,3-0,6). Keiner der Patienten wies einen durch Karies verursachten Milchzahnverlust (m-Wert) auf. Für gefüllte Milchzähne (f-Wert) wurden Werte von 0 bis 11 erfasst. Der Mittelwert lag bei 0,7 (95% Konfidenzintervall 0,6-0,9). Die genauen Verteilungen der d- und f-Werte auf die Patienten kann Tabelle 19 und 20 entnommen werden.

d-Wert	Anzahl (n)	Anteil (%)
0	269	80,3
1	34	10,1
2	13	3,9
3	7	2,1
4	5	1,5
5	2	0,6
6	2	0,6
7	3	0,9
Gesamt	335	100

Tab. 19 : Verteilung in der Subgruppe d-Wert

f-Wert	Anzahl (n)	Anteil (%)
0	245	73,1
1	27	8,0
2	19	5,7
3	23	6,9
4	10	3,0
5	4	1,2
6	3	0,9
8	2	0,6
9	1	0,3
11	1	0,3
Gesamt	335	100

Tab. 20: Verteilung in der Subgruppe f-Wert

5.1.3.2. Subgruppen dmf-t Werte der Behandlergruppen

Die 68 Patienten, die von Zahnärzten der Zahnklinik behandelt wurden, wiesen dmf-t Werte von 0 bis 8 auf. Im Mittel lag der Wert bei 1,4 (95% Konfidenzintervall 0,9-2,0). Der dmf-t Wert der 236 durch Zahnärzte in der Praxis behandelten Patienten lag zwischen 0 und 11. Als Mittelwert ergab sich ein Wert von 1,2 (95% Konfidenzintervall 0,9-1,4). Bei den Behandlungen der Studenten lagen die dmf-t Werte der 31 Patienten zwischen 0 und 8. Im Mittel lag der Wert bei 0,7 (95% Konfidenzintervall 0,06-1,4).

5.1.4. DMF-T Werte der Patienten

Für die bleibenden Zähne wurden DMF-T Werte von 0 bis 19 erfasst. Im Mittel lag der DMF-T Wert bei 0,9 (95% Konfidenzintervall 0,7-1,1). Die genaue Verteilung der Werte auf die Patienten ist in Tabelle 21 dargestellt. Die Auflistung zeigt, dass über 65% der Patienten keine Karies, Füllungen oder Zahnverluste eines bleibenden Zahnes aufwiesen.

DMF-T Wert	Anzahl (n)	Anteil (%)
0	218	65,1
1	40	11,9
2	39	11,6
3	18	5,4
4	8	2,4
5	4	1,2
6	4	1,2
9	1	0,3
11	1	0,3
14	1	0,3
19	1	0,3
Gesamt	335	100

Tab. 21: Verteilung der DMF-T Werte aller Patienten

5.1.4.1. Subgruppen DMF-T Werte der Patienten

Es konnten kariöse bleibende Zähne (D-Werte) von 0 bis 5 erfasst werden. Im Mittel lag der D-Wert bei 0,2 (95% Konfidenzintervall 0,1-0,3). Bei den bleibenden Zähnen konnten keine durch Karies verursachten Zahnverluste (M-Wert) erfasst werden. Die Werte für bleibende Zähne mit einer Füllung (F-Wert) lagen bei 0 bis 19, wobei im Mittel der Wert 0,7 erreichte (95% Konfidenzintervall 0,5-0,9). Die Verteilungen der D- und F-Werte sind in den Tabellen 22 und 23 dargestellt.

D-Wert	Anzahl (n)	Anteil (%)
0	295	88,0
1	19	5,7
2	12	3,6
3	6	1,8
4	2	0,6
5	1	0,3
Gesamt	335	100

Tab. 22: Verteilung in der Subgruppe D-Wert

F-Wert	Anzahl (n)	Anteil (%)
0	240	71,6
1	43	12,8
2	25	7,5
3	12	3,6
4	6	1,8
5	4	1,2
6	2	0,6
8	1	0,3
14	1	0,3
19	1	0,3
Gesamt	335	100

Tab. 23: Verteilung in der Subgruppe F-Wert

5.1.4.2. Subgruppen DMF-T Werte der Behandlergruppen

Bei den 68 durch Klinikzahnärzte behandelten Patienten lagen die DMF-T Werte bei 0 bis 19. Im Mittel ergab sich ein Wert von 0,8 (95% Konfidenzintervall 0,2-

1,4). DMF-T Werte der 236 Praxispatienten wurden von 0 bis 14 erfasst. Im Mittel erreichte der Wert 0,9 (95% Konfidenzintervall 0,7-1,1). Die 31 Patienten, welche durch Studenten behandelt wurden, wiesen Werte von 0 bis 5 auf. Der Mittelwert lag bei 1,1 (95% Konfidenzintervall 0,5-1,7).

5.1.5. Fissurenversiegelungsanzahl der Patienten

Die Patienten wiesen 1 bis 8 Fissurenversiegelungen auf. Im Mittel besaß jeder Patient 3,0 Fissurenversiegelungen. Von allen 335 Patienten wurden bei 289 (86,3%) nur bis zu vier Versiegelungen durchgeführt. Bei 46 (13,7%) Patienten wurden mehr als vier Zähne versiegelt. Lediglich bei 10 (3%) Patienten wurden alle 8 Molaren versiegelt. Die Verteilung der Anzahl an Fissurenversiegelungen auf die Patienten kann Tabelle 24 entnommen werden.

Anzahl an FV	Anzahl (n)	Anteil (%)
1	71	21,2
2	94	28,0
3	45	13,4
4	79	23,6
5	16	4,8
6	13	3,9
7	7	2,1
8	10	3,0
Gesamt	335	100

Tab. 24: Verteilung der Anzahl an Fissurenversiegelungen

5.2. Zahnbezogene Ergebnisse

Für diese Studie konnten in der Zahnklinik und der Zahnarztpraxis insgesamt 997 Fissuren- und Grübchenversiegelungen für die 335 nachuntersuchten Patienten erfasst werden. Davon verteilten sich 191 Versiegelungen auf die Zahnklinikzahnärzte, 80 auf die Studenten und mit 726 der überwiegende Teil auf die Praxiszahnärzte.

5.2.1. Zahntypen der Fissurenversiegelungen

Die genaue Verteilung auf die verschiedenen Zahntypen ist in Tabelle 25 dargestellt. Ihr kann entnommen werden, dass mit 64,9% fast doppelt so viele

erste bleibende Molaren (16, 26, 36, 46) wie zweite bleibende Molaren (17, 27, 37, 47) versiegelt wurden.

Zahntyp	Anzahl(n)	Anteil (%)
16	149	14,9
26	185	18,6
36	165	16,6
46	147	14,8
17	80	8,0
27	84	8,4
37	98	9,8
47	89	8,9
Gesamt	997	100

Tab. 25: Verteilung der Fissurenversiegelungen auf die Zahntypen

5.2.2. Recallanzahlen der Fissurenversiegelungen

Die erfassten Fissurenversiegelungen wurden jeweils von 1 bis 20 Mal nachkontrolliert. Im Mittel lag der Wert bei 2,9 Nachkontrollen (95% Konfidenzintervall 2,7-3,0). In Tabelle 26 ist die Verteilung der Recallanzahlen auf die Anzahl der Fissurenversiegelungen aufgeführt.

Recallanzahl	Anzahl der FV (n)	Anteil (%)
1	312	31,3
2	251	25,2
3	146	14,7
4	118	11,8
5	55	5,5
6	54	5,4
7	27	2,7
8	5	0,5
9	13	1,3
10	7	0,7
11	3	0,3
12	3	0,3
20	3	0,3
Gesamt	997	100

Tab. 26: Verteilung der Recallanzahlen der Fissurenversiegelungen

5.3. Gesamtbeobachtungszeitraum

Der Gesamtbeobachtungszeitraum der erfassten 997 Fissurenversiegelungen lag zwischen 0,2 bis 35,0 Monaten. Im Mittel ergab sich eine Beobachtungszeit von 14,4 Monaten (Standardabweichung 8,6). Eine Aufschlüsselung der Nachkontrollzeiten ist in Abbildung 5 graphisch dargestellt.

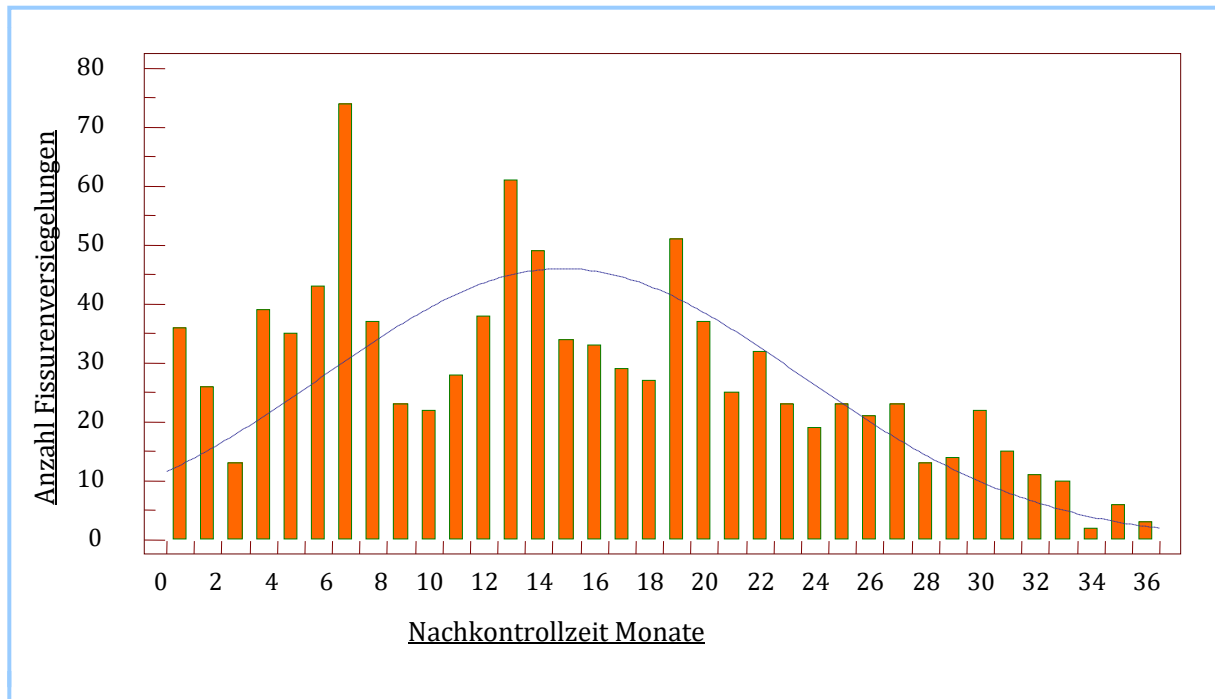


Abb. 5: Graphische Darstellung des Gesamtbeobachtungszeitraums

5.4. Ergebnisse und Überlebenswahrscheinlichkeiten (Kaplan-Meier)

5.4.1. Überleben aller Fissurenversiegelungen

Bei 862 (86,5%) Versiegelungen kam es zu keiner Veränderung während des erfassten Zeitraums, sie wurden in der Auswertung zensiert (Zensus). Bei insgesamt 135 (13,5%) Fissurenversiegelungen trat ein Ereignis (Event) auf. Die Ereignisse verteilten sich auf 91 (9,1%) Fissurenversiegelung, welche erneuert werden mussten, bei 14 (1,4%) Versiegelungen wurde eine erweiterte Fissurenversiegelung durchgeführt und eine Füllung erhielten 30 (3,0%) Zähne. Im Gesamten lag die mittlere Überlebenszeit für alle Fissurenversiegelungen bei 29,4 Monaten (Standardabweichung 0,4 und 95% Konfidenzintervall 28,6-30,2). Abbildung 6 stellt die Überlebensfunktion aller Fissurenversiegelungen dar.

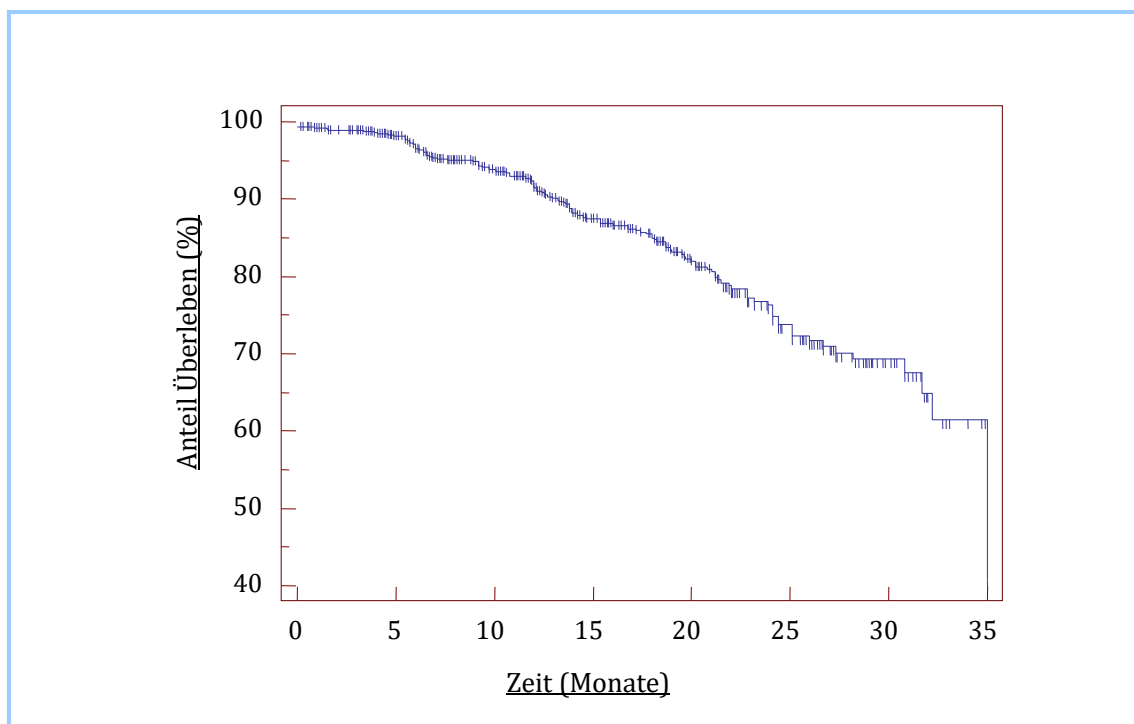


Abb. 6: Kumulative Überlebensfunktion aller Fissurenversiegelungen
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.4.2. Abhängigkeit vom Parameter Geschlecht

Für diese Studie wurden 173 männliche (51,6%) und 162 weibliche (48,4%) Patienten erfasst. Die Geschlechterverteilung war ausgeglichen. Im Vergleich zwischen den Fissurenversiegelungen der Geschlechtern ergab sich für männliche Patienten eine mittlere Überlebenszeit von 29,7 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 28,5-31,0) und für weibliche Patienten von 29,1 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 27,9-30,2). Tabelle 27 stellt das Auftreten von Ereignissen in den beiden Gruppen dar. Abbildung 7 zeigt die Überlebensfunktion.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Männlich	58	11,5	448	88,5	506	50,8
Weiblich	77	15,7	414	84,3	491	49,2
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 27: Verteilungen innerhalb des Parameters Geschlecht

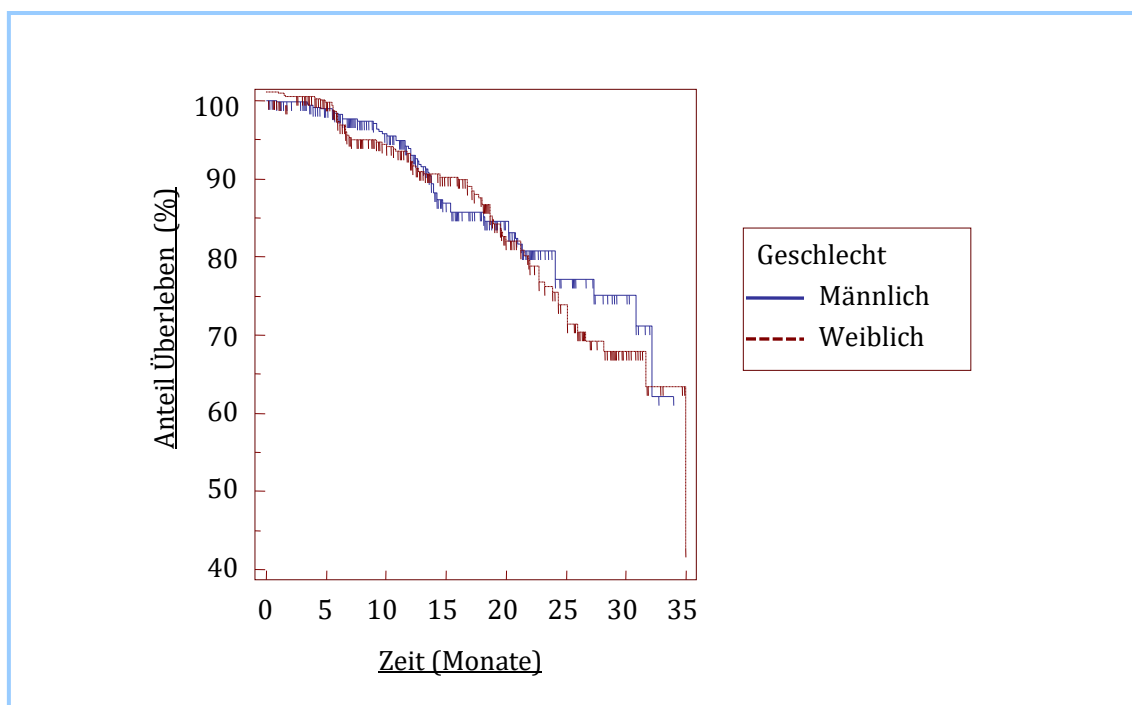


Abb. 7: Kummulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit des Parameters Geschlecht
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Im Log-Rank Test ergab sich mit $p=0,32$ kein signifikanter Unterschied in der durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit der Versiegelungen zwischen beiden Geschlechtern.

5.4.3. Abhängigkeit vom Parameter Alter

Für Patienten, die jünger als der erhobene Mittelwert von 11,1 Jahren bei Versiegelung waren, ergab sich für die Fissurenversiegelungen eine mittlere Überlebenszeit von 30,0 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 28,8-31,1). Im Vergleich lag für Patienten, die älter als der Mittelwert waren, die mittlere Überlebenszeit bei 28,9 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 27,7-30,1). Das Auftreten von Ereignissen in den beiden Gruppen ist in Tabelle 28 dargestellt. Abbildung 8 zeigt die Überlebensfunktion.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
≤ 11,1 Jahre	60	11,7	454	88,3	514	51,6
> 11,1 Jahre	75	15,5	408	84,5	483	48,4
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 28: Verteilungen innerhalb des Parameters Alter

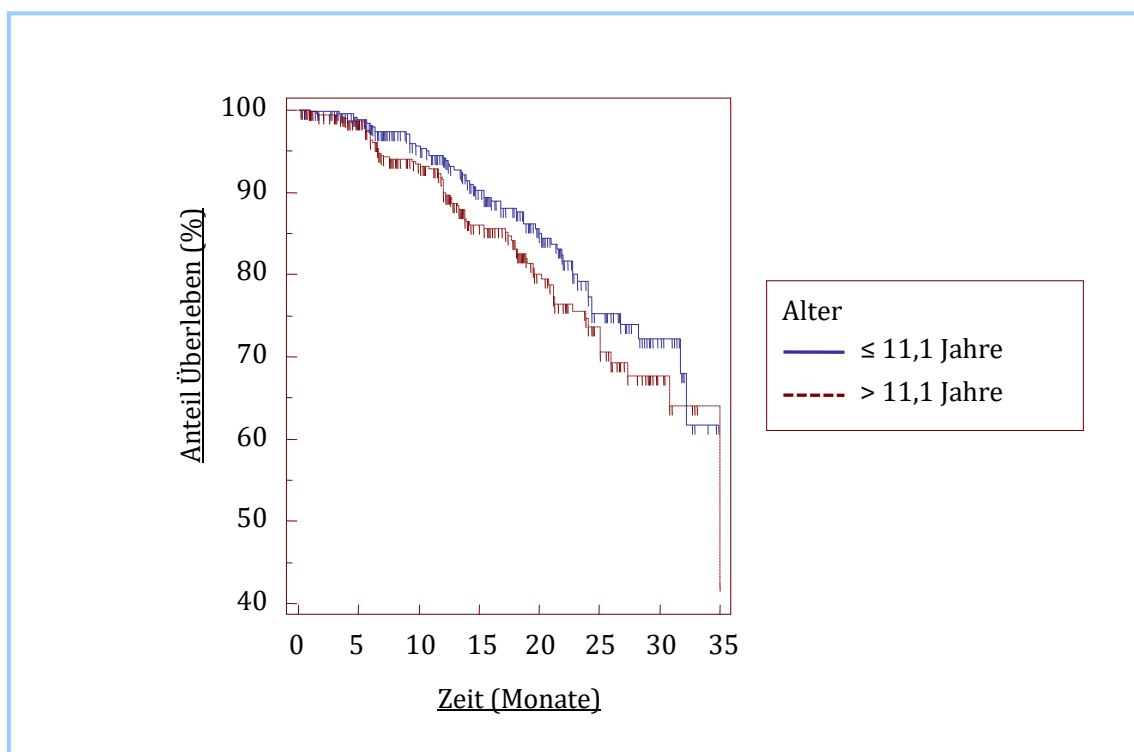


Abb. 8: Kummulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit des Parameters Alter
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Es konnte zwischen den beiden Altersgruppen im Log-Rank Test mit $p=0,10$ kein signifikanter Unterschied für die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit festgestellt werden.

5.4.4. Abhängigkeit vom Parameter dmf-t

Für Patienten mit einem dmf-t von Null ergab sich eine mittlere Überlebenszeit der Versiegelungen von 29,4 Monaten (Standardfehler 0,5 und 95% Konfidenzintervall 28,4-30,4). Die mittlere Überlebenszeit lag bei 29,6 Monaten (Standardfehler 0,8 und 95% Konfidenzintervall 28,1-31,2) für Patienten mit einem dmf-t Wert über Null. Die genaue Verteilung des Auftretens von Ereignissen zeigt Tabelle 29. Die Überlebensfunktion ist in Abbildung 9 dargestellt.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
dmf-t = 0	99	14,7	573	85,3	672	67,4
dmf-t > 0	36	11,1	289	89,0	325	32,6
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 29: Verteilungen der Ergebnisse des Parameters dmf-t

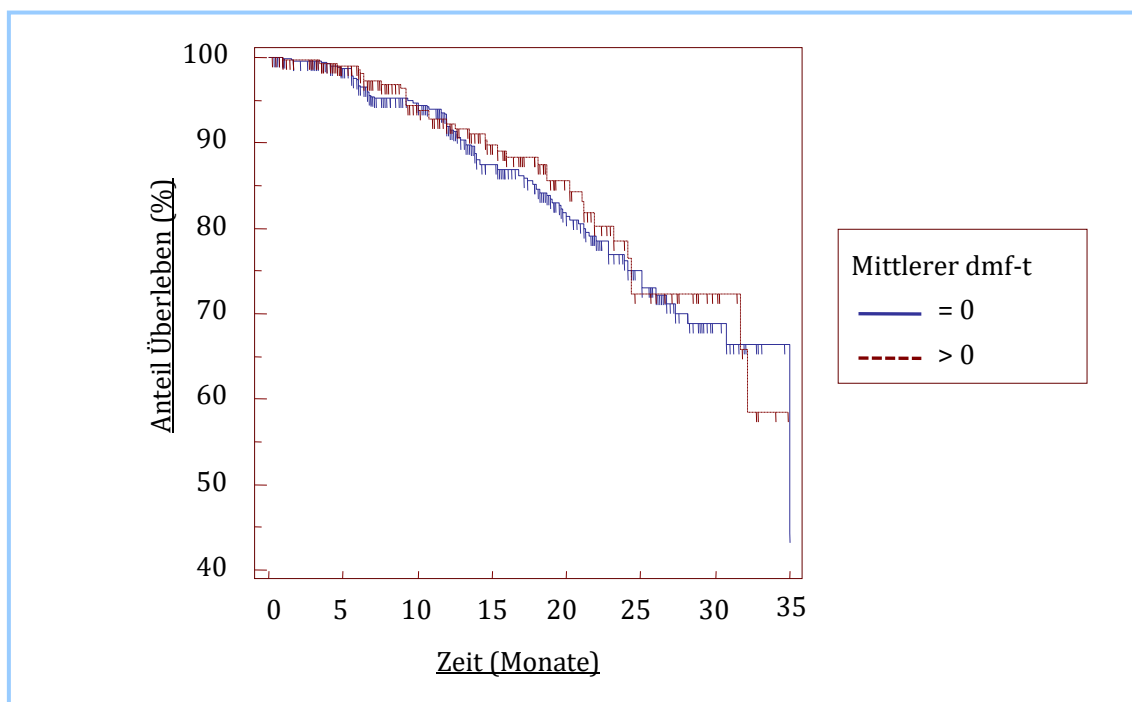


Abb. 9: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit des Parameters dmf-t
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Der Log-Rank Test konnte mit $p=0,58$ keinen signifikanten Unterschied in der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen den verschiedenen dmf-t Werten nachweisen.

5.4.5. Abhängigkeit vom Parameter DMF-T

Die Fissurenversiegelungen der Patienten mit einem DMF-T von Null wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 29,8 Monaten (Standardfehler 0,5 und 95% Konfidenzintervall 28,6-30,8) auf. Im Vergleich lag für Patienten mit einem DMF-T über Null die mittlere Überlebenszeit bei 28,3 Monaten (Standardfehler 0,9 und 95% Konfidenzintervall 26,5-30,0). Das Auftreten von Ereignissen in den beiden Gruppen stellt Tabelle 30 dar. Abbildung 10 zeigt die Überlebensfunktion des Parameters.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
DMF-T = 0	90	12,9	609	87,2	699	70,1
DMF-T > 0	45	15,1	253	84,9	298	29,9
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 30: Verteilungen der Ergebnisse des Parameters DMF-T

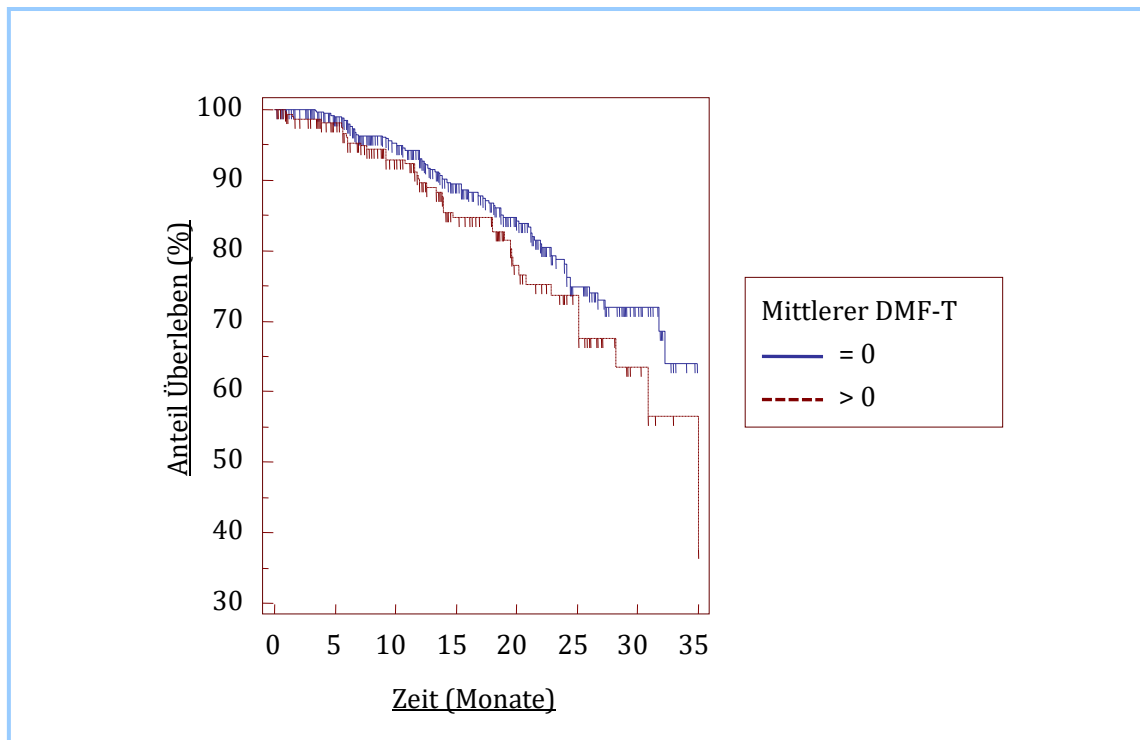


Abb. 10: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit des Parameters DMFT
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen DMF-T Werten im Log-Rank Test mit $p=0,09$ festgestellt werden.

5.4.6. Abhängigkeit vom Parameter Allgemeine Anamnese

Unter den 335 Patienten wiesen 307 (91,6%) eine unauffällige Anamnese auf. Bei 28 (8,4%) Patienten konnte eine auffällige Anamnese erfasst werden. Die Fissurenversiegelungen von Patienten mit einer unauffälligen Anamnese wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 29,6 Monaten (Standardfehler 0,4 und 95% Konfidenzintervall 28,8-30,5) auf. Im Vergleich lag für Patienten mit einer auffälligen Anamnese die mittlere Überlebenszeit der Versiegelungen bei 25,4 Monaten (Standardfehler 1,3 und 95% Konfidenzintervall 22,9-27,9). Die genauen Ergebnisse sind in Tabelle 31 dargestellt. Die Überlebensfunktion für diesen Parameter zeigt Abbildung 11.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Unauffällig	120	13,1	798	87,0	918	92,1
Auffällig	15	19,0	64	81,0	79	7,9
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 31: Verteilungen der Ergebnisse des Parameters Allgemeine Anamnese

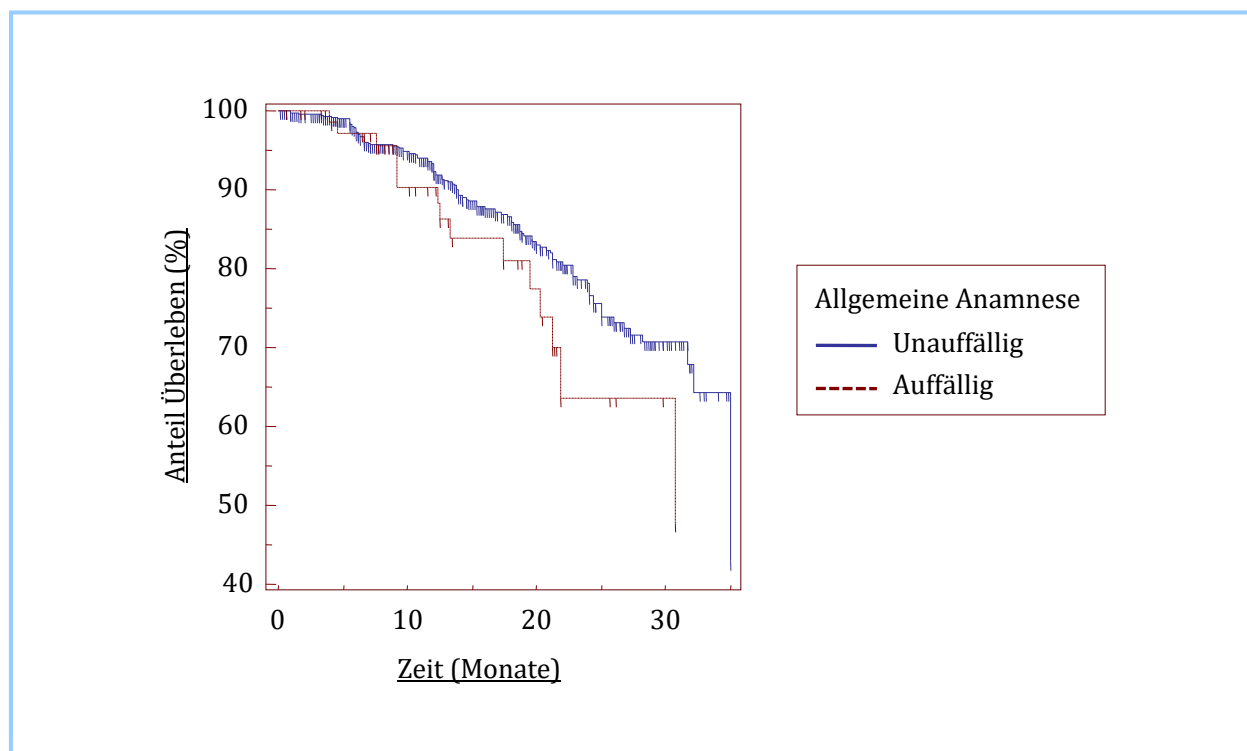


Abb. 11: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit des Parameters Allgemeine Anamnese (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Für die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit der Fissurenversiegelungen konnte im Log-Rank Test mit $p=0,07$ kein signifikanter Unterschied zwischen einer auffälligen und einer unauffälligen Anamnese nachgewiesen werden.

5.4.7. Abhängigkeit vom Parameter Zahngruppe

Im Vergleich zwischen den beiden Zahngruppen erster bleibender Molar und zweiter bleibender Molar ergab sich für alle ersten Molaren eine mittlere Überlebenszeit der Versiegelungen von 29,6 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 28,5-30,7). Für alle zweiten Molaren lag die mittlere Überlebenszeit bei 29,0 Monaten (Standardfehler 0,7 und 95% Konfidenzintervall

27,6-30,3). Tabelle 32 stellt die genauen Ergebnisse der beiden Zahngruppen dar. Abbildung 12 zeigt die Überlebensfunktion.

Parameter	Event (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Erster Molar	77	12,0	569	88,0	646	64,8
Zweiter Molar	58	16,5	293	83,5	351	35,2
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 32: Verteilung der Ergebnisse des Parameters Zahngruppe

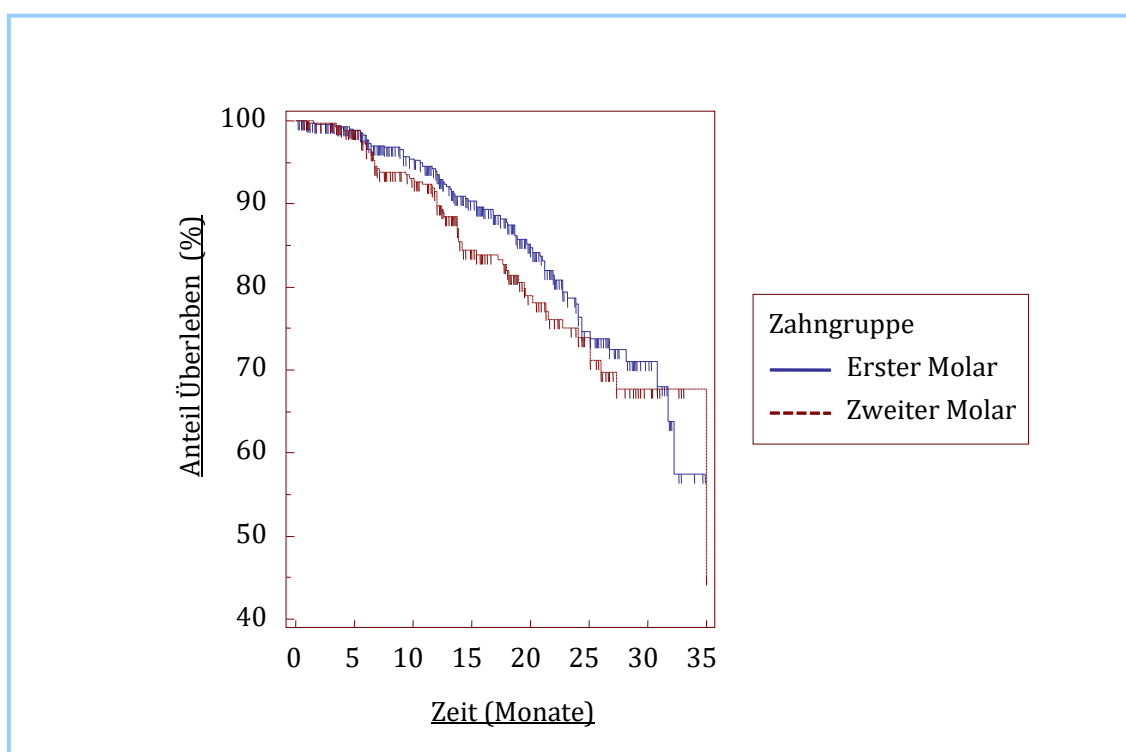


Abb. 12: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit des Parameters Zahngruppe
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Zwischen den beiden Zahngruppen konnte der Log-Rank Test mit $p=0,19$ keinen signifikanten Unterschied für die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit feststellen.

5.4.8. Abhängigkeit vom Parameter Ober-/Unterkiefer

Die Verteilung der Versiegelungen auf den Ober- und Unterkiefer war ausgeglichen und kann Tabelle 33 entnommen werden. Für die Versiegelungen im Oberkiefer ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 29,3 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 28,1-30,4). Im Vergleich überlebten die Versiegelungen im

Unterkiefer im Mittel 29,5 Monate (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 28,2-30,7). Weitere Ergebnisse dieses Vergleiches zeigt Tabelle 33. Die Überlebensfunktion ist in Abbildung 13 dargestellt.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Oberkiefer	73	14,7	425	85,3	498	49,9
Unterkiefer	62	12,4	437	87,6	499	50,1
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 33: Vergleich der Ergebnisse des Parameters Ober-/Unterkiefer

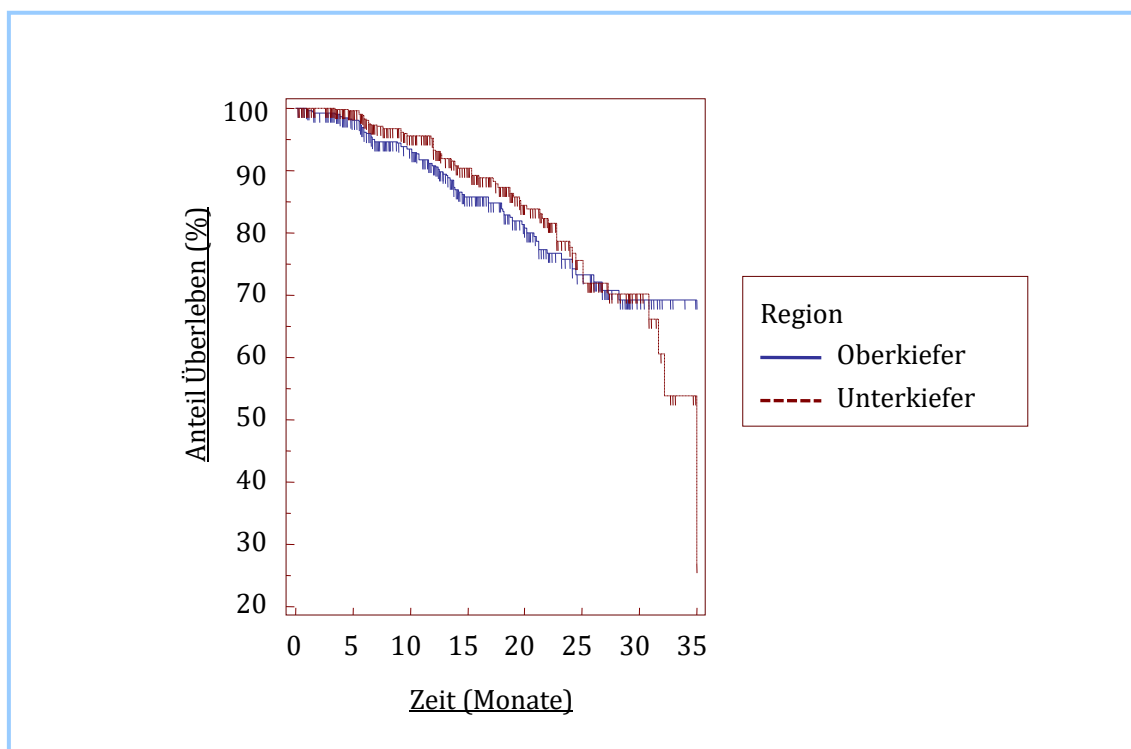


Abb. 13 : Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Parameters Ober-/Unterkiefer
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Im Log-Rank Test konnte mit $p=0,39$ kein signifikanter Unterschied in der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen Ober- und Unterkiefer festgestellt werden.

5.4.9 Abhängigkeit vom Parameter Fissurenreinigung

Die Verteilung zwischen einer Reinigung des Zahnes vor Versiegelung und keiner Durchführung einer Reinigung bzw. keiner Angabe zur Reinigung verhält sich nahezu ausgeglichen und kann Tabelle 34 entnommen werden. In der

Behandlergruppe der Klinikzahnärzte wurden vor Versiegelung 146 (76,4%) Zähne gereinigt und 45 (23,6%) Zähne nicht. Somit wurden in dieser Gruppe über drei Viertel der Zähne gereinigt. Die Praxiszahnärzte reinigten zuvor 332 (45,7%) der Zähne und 394 (54,3%) Zähne nicht. In der Praxis verteilte es sich etwa ausgeglichen. Unter den Studenten wurden vor Versiegelung 36 (45,0%) Zähne gereinigt und 44 (55,0%) nicht. Die Verteilung unter den Studenten war ebenfalls etwa ausgeglichen. Fissuren, welche vor Versiegelungen gereinigt wurden, wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 30,3 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 29,2-31,4) auf. Für Versiegelung ohne eine zuvor durchgeführte Reinigung lag die mittlere Überlebenszeit bei 28,4 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95% Konfidenzintervall 27,1-30,0). Weitere Ergebnisse sind in Tabelle 34 zusammengefasst. In Abbildung 14 ist die Überlebensfunktion dargestellt.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Ja	54	10,5	460	89,5	514	51,6
Nein/k.A.	81	16,8	402	83,2	483	48,4
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 34: Vergleich der Ergebnisse des Parameters Fissurenreinigung

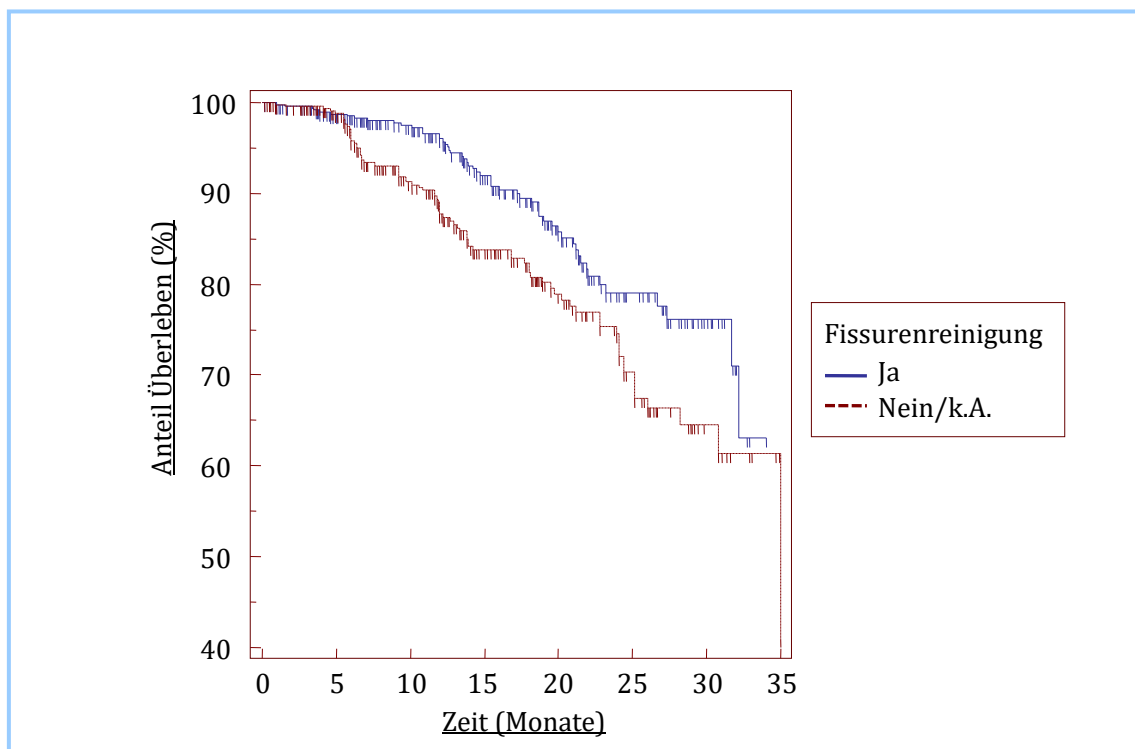


Abb. 14: Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Parameters Fissurenreinigung (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Im Log-Rank Test ergab sich mit dem Wert $p=0,0025$ eine Signifikanz. An Zähnen, die vor Versiegelung gereinigt wurden, wiesen die Fissurenversiegelungen eine signifikant längere mittlere Überlebensdauer auf, als Versiegelungen an Zähnen, die zuvor nicht gereinigt wurden.

5.4.10. Abhängigkeit vom Parameter Trockenlegung

Lediglich bei einem Anteil von etwa 4% aller Versiegelungen wurde absolut trocken gelegt. Die genaue Verteilung der Trockenlegungsarten stellt Tabelle 35 dar. Der Vergleich der Trockenlegungen ergab für Versiegelung unter absoluter Trockenlegung eine mittlere Überlebenszeit von 22,7 Monaten (Standardfehler 0,9 und 95% Konfidenzintervall 21,0-24,5). Fissurenversiegelungen, die unter relativer Trockenlegung versiegelt wurden, wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 29,4 Monaten (Standardfehler 0,4 und 95% Konfidenzintervall 28,6-30,3) auf. Die genauen Ergebnisse der Ereignisse zeigt Tabelle 35. In Abbildung 15 ist die Überlebensfunktion dargestellt.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Absolut	4	10,5	34	89,4	38	3,8
Relativ	131	13,7	828	86,3	959	96,2
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 35: Vergleich der Ergebnisse des Parameters Trockenlegung

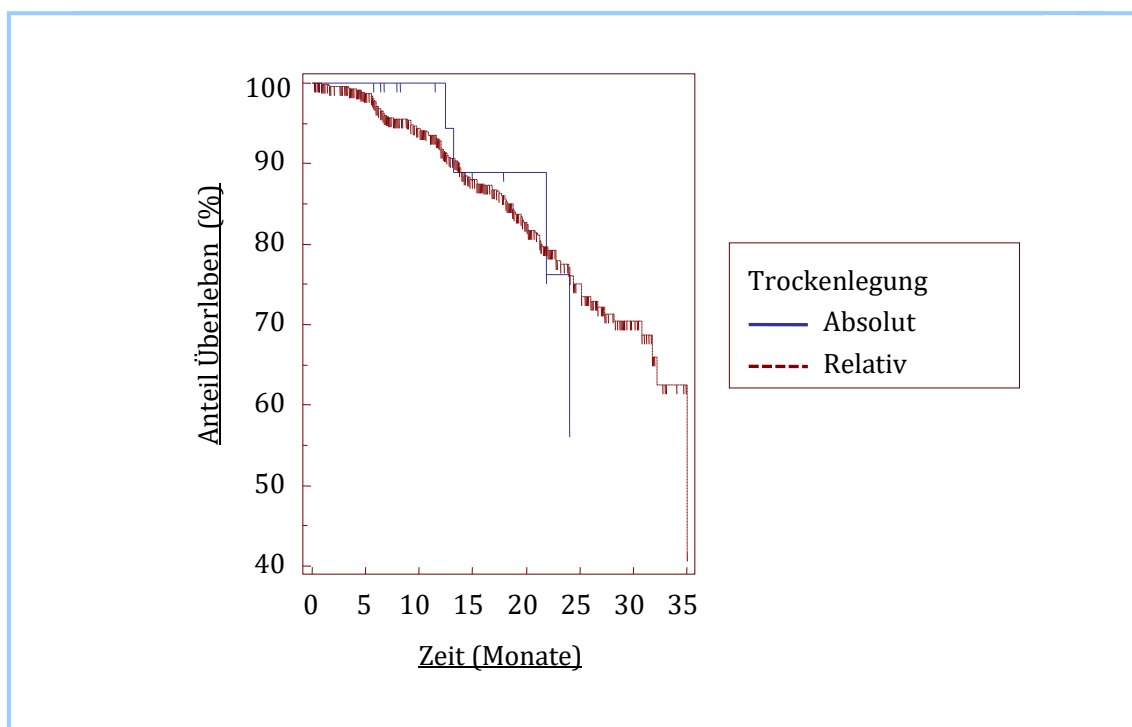


Abb. 15: Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Parameters Trockenlegung
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Mit dem Wert $p=0,88$ konnte im Log-Rank Test kein signifikanter Unterschied zwischen den Arten der Trockenlegung festgestellt werden.

5.4.11. Abhängigkeit vom Parameter Fluoridierung

Bei fast 90% der Zähne wurde nach Versiegelung eine Fluoridierung durchgeführt. Tabelle 36 stellt die Verteilungen dar. Für Versiegelungen die im Anschluss fluoridiert wurden, ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 29,2 Monaten (Standardfehler 0,5 und 95 % Konfidenzintervall 28,2-30,1). Im Vergleich lag für Versiegelungen, bei denen keine Fluoridierung durchgeführt wurde, die mittlere Überlebenszeit bei 30,0 Monaten (Standardfehler 1,1 und 95% Konfidenzintervall 27,9-32,0). Die Überlebensfunktion zeigt Abbildung 16.

Parameter	Event (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Ja	116	13,4	750	86,6	866	88,9
Nein/k.A.	19	14,5	112	85,5	131	11,1
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 36: Vergleich der Ergebnisse des Parameters Fluoridierung

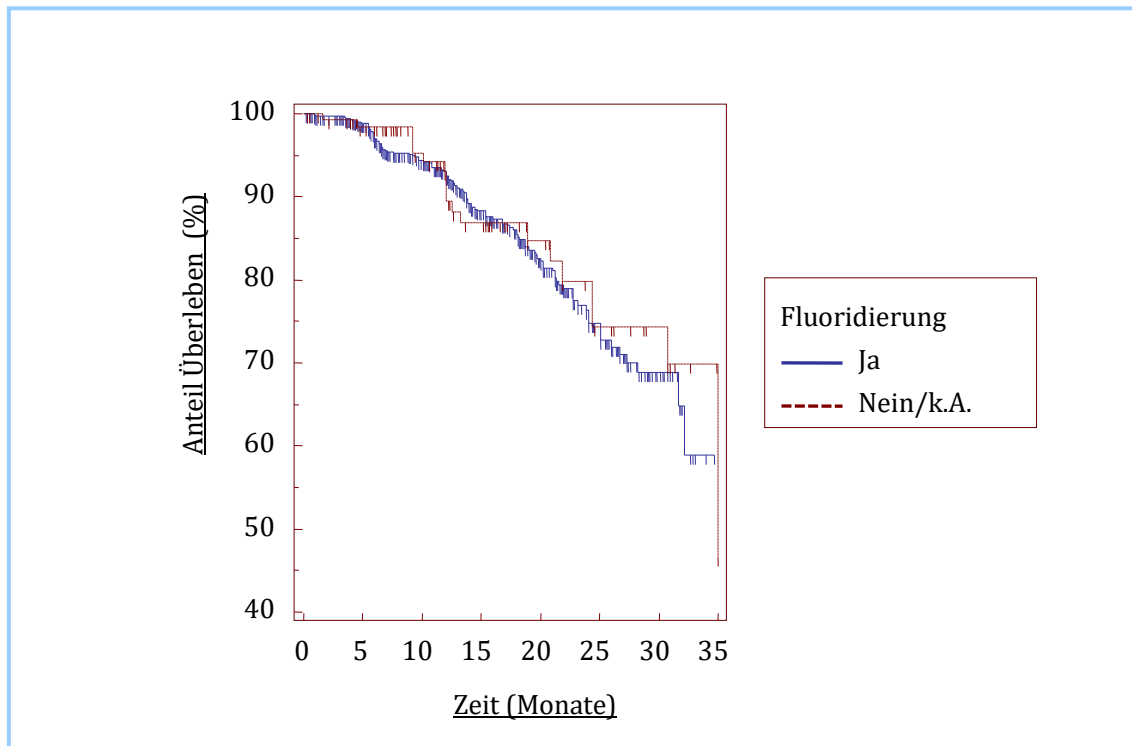


Abb. 16: Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Parameters Fluoridierung (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Im Log-Rank Test konnte mit $p=0,62$ kein signifikanter Unterschied in der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen der Durchführung einer Fluoridierung und keiner Durchführung nach Versiegelung festgestellt werden.

5.4.12. Abhängigkeit vom Parameter Versiegelungsmaterial

Die Verteilung der verwendeten Fissurenversiegelungsmaterialien auf die 997 Zähne kann Tabelle 37 entnommen werden. Mit über 70% macht Fissurit den größten Anteil aus. Im Vergleich zwischen den verwendeten Versiegelungsmaterialien konnte für Helioseal eine mittlere Überlebenszeit der Versiegelungen von 28,7 Monaten (Standardfehler 1,0 und 95% Konfidenzintervall 26,8-30,7) festgestellt werden und für das Material Delton 27,1 Monate (Standardfehler 1,9 und 95% Konfidenzintervall 23,4-30,7). Für Fissurit ergab sich eine mittlere Überlebenszeit der Fissurenversiegelungen von 29,5 Monaten (Standardfehler 0,5 und 95% Konfidenzintervall 28,5-30,5). Das Material Flowable lag bei einer mittleren Überlebenszeit von 26,0 Monaten (Standardfehler 2,8 und 95% Konfidenzintervall 20,4-31,6) und Glasionomerzement bei 1,5 Monaten (Standardfehler 0,0 und 95% Konfidenzintervall 1,5-1,5). Tabelle 37 stellt die

verschiedenen Materialien im Vergleich dar. In Abbildung 17 ist die Überlebensfunktion aufgezeigt.

Parameter	Event (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
Helioseal	30	14,0	185	86,1	215	21,6
Delton	8	15,1	45	84,9	53	5,3
Fissurit	96	13,3	626	86,7	722	72,4
Flowable	1	20,0	4	80,0	5	0,5
Glasionomerzement	0	0,0	2	100,0	2	0,2
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 37: Vergleich der Ergebnisse des Parameters Versiegelungsmaterial

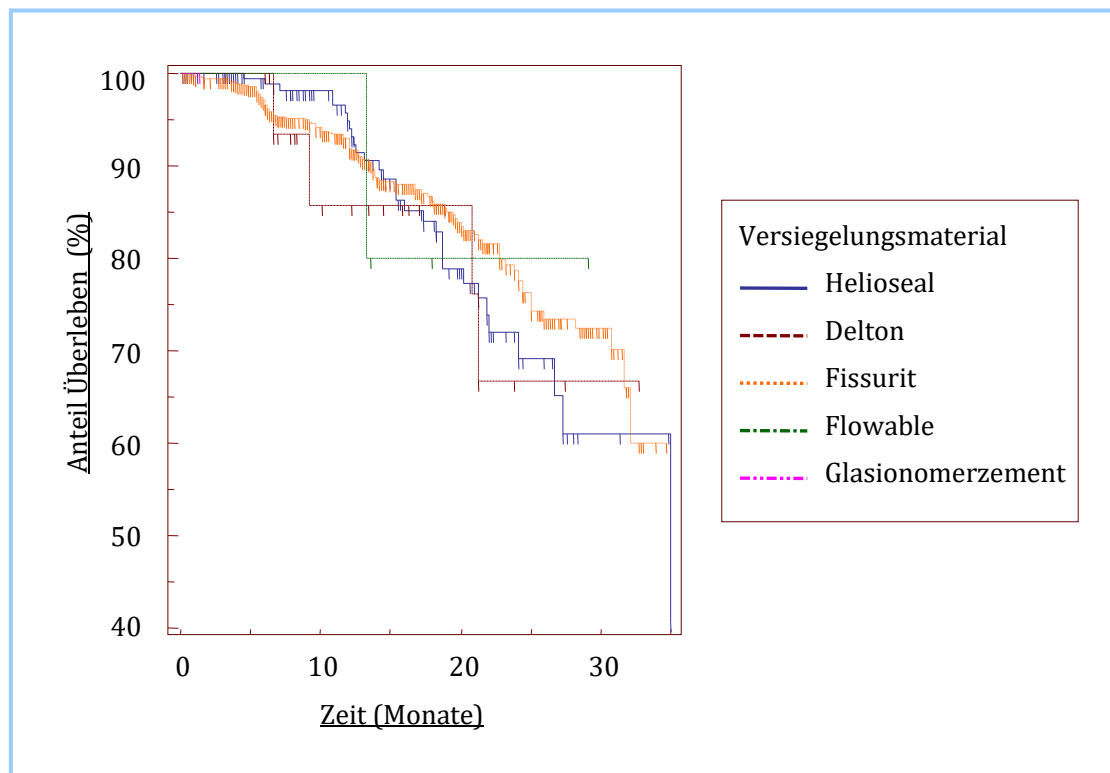


Abb. 17: Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Parameters Versiegelungsmaterial (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Es konnte in der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit der Fissurenversiegelungen im Log-Rank Test mit $p=0,94$ kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Materialien nachgewiesen werden.

5.4.13. Abhängigkeit vom Parameter Recallanzahl

Der Vergleich der Recallanzahlen ergab für Versiegelungen, die in der Gesamtbeobachtungszeit bis zu einschließlich drei Mal im Recall waren, eine mittlere Überlebenszeit von 26,2 Monaten (Standardfehler 0,6 und 95 % Konfidenzintervall 24,9-27,4). Für Fissurenversiegelungen, die mehr als drei Mal im Recall waren, lag die mittlere Überlebenszeit bei 32,0 Monaten (Standardfehler 0,5 und 95% Konfidenzintervall 31,0-32,8). Die Ergebnisse des Auftretens von Ereignissen in den beiden Gruppen zeigt Tabelle 38. In Abbildung 18 ist die Überlebensfunktion dargestellt.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
≤ 3 Recalls	97	13,7	612	86,3	709	71,1
> 3 Recalls	38	13,2	250	86,8	288	28,9
Gesamt	135	13,5	862	86,5	997	100

Tab. 38: Vergleich der Ergebnisse des Parameters Recallanzahl

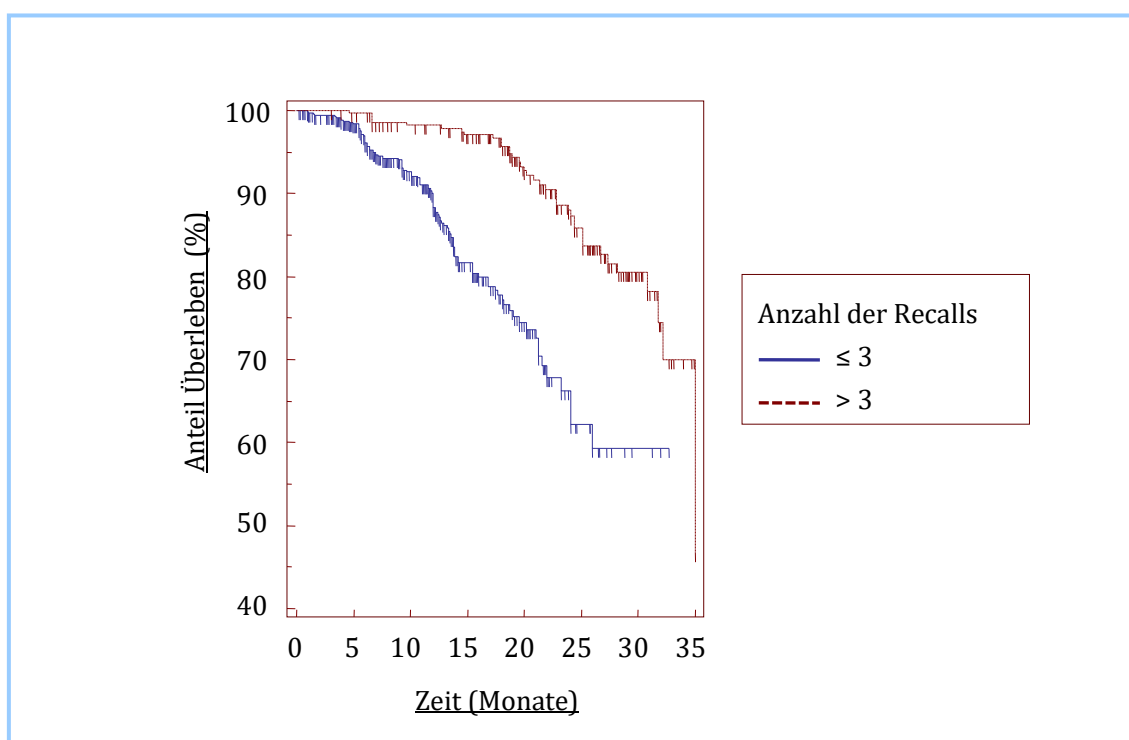


Abb. 18: Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Parameters Recallanzahl
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Im Log-Rank Test ergab sich mit $p < 0,0001$ ein signifikanter Unterschied der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen den Fissurenversiegelungen der beiden Recallgruppen. Die mittlere Überlebensdauer war für Fissurenversiegelungen, welche im erfassten Zeitraum mehr als drei Mal im Recall waren, signifikant höher.

5.4.14. Abhängigkeit vom Parameter Behandlergruppe

Die Patienten verteilten sich mit 236 (70,4%) auf die Zahnarztpraxis und 99 (29,6%) auf die Zahnklinik, von denen 31 durch Studenten behandelt wurden. Mit einem Anteil von 80 (8%) der insgesamt 997 erfassten Fissurenversiegelungen stellen die Studenten die kleinste Gruppe dar. Die genaue Verteilung der Fissurenversiegelungen auf die verschiedenen Behandlergruppen kann Tabelle 39 entnommen werden. Der Vergleich zwischen den verschiedenen Gruppen ergab für Versiegelungen, die von Zahnärzten in der Klinik gelegt wurden, eine mittlere Überlebenszeit von 28,8 Monaten (Standardfehler 1,0 und 95 % Konfidenzintervall 26,8-30,8). Für in der Praxis durchgeführte Fissurenversiegelungen lag die mittlere Überlebenszeit bei 29,5 Monaten (Standardfehler 0,5 und 95% Konfidenzintervall 28,6-30,5). Durch Studenten versiegelte Zähne wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 28,0 Monaten (Standardfehler 1,8 und 95% Konfidenzintervall 24,4-31,5) auf. In Abbildung 19 ist die Überlebensfunktion dargestellt.

Parameter	Ereignis (n)	Anteil (%)	Zensur (n)	Anteil (%)	Gesamt (n)	Anteil (%)
ZA Klinik	27	14,1	164	85,7	191	19,2
ZA Praxis	96	13,2	630	86,8	726	72,8
Student	12	15,0	68	85,0	80	8
Gesamt	135	13,5	862	86,4	997	100

Tab. 39 : Vergleich der Ergebnisse des Parameters Behandlergruppe

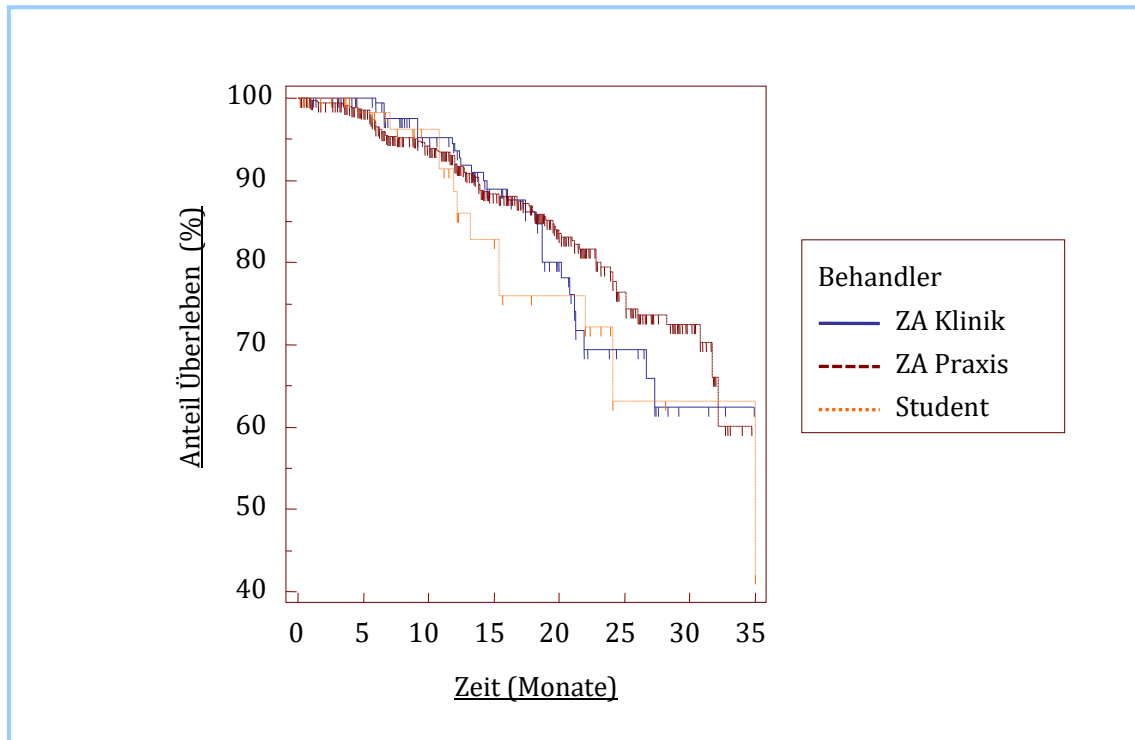


Abb. 19: Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Parameters Behandlergruppe
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Im Log-Rank Test konnte mit einem Wert von $p=0,54$ kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Behandlergruppen in der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit nachgewiesen werden.

6. Diskussion

6.1. Material und Methode

6.1.1. Untersuchungsgut

In der vorliegenden Studie wurden Fissuren- und Grübchenversiegelungen von Kindern und Jugendlichen im Alter von 5 bis 17 Jahren untersucht, welche in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg, sowie in einer nahe gelegenen Zahnarztpraxis (Dr. Boris Jablonski, Lollar) durchgeführt worden waren. Der Beobachtungszeitraum dieser Arbeit erstreckte sich von Januar 2010 bis einschließlich Dezember 2012 und betrug somit drei Jahre. Insgesamt konnten an 335 Patienten 997 Fissuren- und Grübchenversiegelungen erfasst werden.

Ziel der Studie sollte die Untersuchung verschiedener Parameter sein, die Einfluss auf den Erfolg und Misserfolg von Versiegelungen nehmen, die Ermittlung der Überlebensraten der Versorgungen, sowie ein Vergleich zwischen den verschiedenen Behandlergruppen Klinikzahnarzt, Praxiszahnarzt und Student. Nur wenige Studien befassen sich mit der Untersuchung von Studenten als Behandlergruppe, daher ist es interessant zu evaluieren, ob die Erfahrung des Behandlers die Qualität der Versiegelungen beeinflusst.

Der Literatur liegen ebenfalls wenige Überlebensstudien zu Fissurenversiegelungen vor, die unter unkontrollierten Bedingungen in der Zahnarztpraxis durchgeführt wurden. Die meisten Studien wurden unter kontrollierten klinischen Bedingungen durchgeführt. In dieser Arbeit konnte verglichen werden, ob die Behandlung in der Zahnklinik oder Zahnarztpraxis einen Unterschied macht.

Darüber hinaus stellte diese Arbeit die erstmalige Evaluation der Fissuren- und Grübchenversiegelungen an der Marburger Zahnklinik dar und diente der internen Überprüfung der Qualität, sowie der Beurteilung des Lehrkonzeptes, Fissuren- und Grübchenversiegelungen in den praktischen Studentenkursen anzubieten.

Der Zahn stellte die kleinste Untersuchungseinheit der Studie dar. Untersucht wurden alle ersten und zweiten bleibenden Molaren. Bei der Versiegelung mehrerer Zähnen an einem Patienten wurde jeder Zahn als einzelner Fall

betrachtet. Wurde eine Fissurenversiegelung im untersuchten Zeitraum partiell oder vollständig erneuert, wurde dies als neuer Fall in die Studie aufgenommen.

Erfasst wurden nur klassische Fissurenversiegelungen. Zähne, die zuvor eine Füllungstherapie und anschließende Versiegelung des restlichen Fissurenreliefs im Sinne einer erweiterten Fissurenversiegelung erhalten hatten, wurden nicht erfasst. Patienten, welche lediglich einmalig zur Versiegelung eines Zahns in Behandlung waren und an keinen Nachkontrollen teilgenommen hatten, wurden nicht berücksichtigt, da keine Aussage zur Überlebenswahrscheinlichkeit getroffen werden konnte.

6.1.2. Datenerfassung

Die Erhebung der Daten dieser retrospektiven Studie erfolgte ausschließlich anhand der Aufzeichnungen und Befunde in den Patientenakten und -dateien. Die Erfassung der Parameter in der Zahnklinik erfolgte über das Aktenarchiv und aktuell laufende handschriftliche Akten in der Abteilung für Zahnerhaltung. Die Daten in der Zahnarztpraxis lagen in digitaler Form vor.

Als patientenbezogene Daten wurden folgende Faktoren erfasst:

- Geschlecht der Patienten zur Analyse des Patientenkontexts und als Parameter
- Geburtsdatum zur Ermittlung des Alters bei Versiegelung
- dmf-t/DMF-T Wert anhand des letzten aktuellen Zahnbefundes zur Ermittlung der Karieserfahrung bei Versiegelung
- Auffällige anamnestische Befunde mit Hilfe der Anamnesebögen

Als Zahnbezogenen Daten wurden aus den Aufzeichnungen erfasst:

- Zahntyp zur Ermittlung der Zahngruppe und Zuordnung zum Ober- und Unterkiefer
- Fissurenreinigung vor Versiegelung
- Absolute oder relative Trockenlegung
- Fluoridierung nach Versiegelung
- Name des verwendeten Versieglermaterials
- Alle Behandlungstermine nach Versiegelung zur Ermittlung der Recallanzahl
- Behandler zur Zuordnung in die Behandlergruppe und des Behandlungsortes

- Datum der Erstbehandlung zur Ermittlung des Alters und Erfassung des Gesamtbeobachtungszeitraums
- Datum der letzten Nachkontrolle als Endbehandlungszeitpunkt für die Erfassung der Gesamtbeobachtungszeit und Überlebensdauer der Versorgung
- Zustand bei Endkontrolle (keine Veränderung, Erneuerung, erweiterte Fissurenversiegelung, Füllung) zur Untersuchung des Erfolgs und Misserfolgs.

6.1.3. Wahl der kleinsten Untersuchungseinheit

Die kleinste Untersuchungseinheit stellt in dieser Studie der Zahn dar. Untersucht wurden alle ersten und zweiten bleibenden Molaren. Die Fissuren- und Grübchenversiegelungen dieser Zähne stehen allen Kindern und Jugendlichen im erfassten Alter als Leistung der Individualprophylaxe kostenfrei zur Verfügung [Sozialgesetzbuch Fünftes Buch 2012]. Die Eingrenzung auf diese Zahngruppen entspricht somit der gängigen Versiegelungspraxis und steht in Übereinstimmung mit den Abrechnungsbestimmungen der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung und Privaten Krankenkassen [Bundeszahnärztekammer 2013, Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung 2012, Verband der Privaten Krankenversicherungen 2013].

Die Wahl der kleinsten Untersuchungseinheit stimmt mit dem Vorgehen anderer Studien überein, welche Überlebensraten von Fissuren- und Grübchenversiegelungen untersuchen. Mit 997 erfassten Versiegelungen an 335 Patienten in einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren liegt diese Studie im Vergleich zur Literatur im Mittelfeld. Die Anzahl ist vergleichbar mit Studien wie von Nilchian et al. [2011], in welcher 1100 Versiegelungen an ersten und zweiten bleibenden Molaren von 312 Patienten in einem Zeitraum von drei Jahren nachuntersucht wurden. Kühnisch et al. [2008] erfassten für ihre Studie 1226 Versiegelungen von 311 Patienten. Andere Studien liegen deutlich unter den Zahlen der hier vorliegenden Studie, wie Straffon et al. [1985] mit 100 Versiegelung von 29 Kindern, oder Trummler und Trummler [1990] mit 429 Versiegelungen an 81 Patienten. Weitere Studien wie Irmisch et al. [1997] erfassten in drei Jahren wesentlich mehr Versiegelungen an 4053 Molaren von 700 Schülern. Studien mit längeren Beobachtungszeiträumen liegen ebenfalls über den Werten dieser Studie,

so untersuchten Folke et al. [2004] in einer 10-jährigen retrospektiven Studie 3194 Molaren von 810 Patienten.

Die Patienten dieser Studie wiesen 1 bis 8 Versiegelungen auf, durchschnittlich lag der Wert bei 3,0 pro Patient. Die mittlere Anzahl an Versiegelungen ist mit den Ergebnissen der Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnspflege [Pieper 2010] vergleichbar, welche für Hessen zum Zeitpunkt der Datenerhebung dieser Studie 3,04 Versiegelungen pro Kind ermittelten. Weitere Studien erzielte Werte von 2,66 und 3,06 für zwei hessische Regionen [Jablonski-Momeni et al. 2014] und 3,5 durchschnittlich versiegelten Zähne unter 1237 untersuchten 12-jährigen Kindern [Momeni et al. 2007]. Bereits in den Jahren vor Beginn der Datenerfassung der vorliegenden Studie zeigte die vierte deutsche Mundgesundheitsstudie [Micheelis und Schiffner 2006] einen stetigen Anstieg der durchschnittlichen Anzahlen an Versiegelungen bis zu 3,7 pro Kind im Jahr 2005. Der anhaltende Anstieg an Fissurenversiegelungen ist erfreulich, da der kontinuierliche Rückgang der allgemeinen Karieslast bei Kindern und Jugendlichen im Zusammenhang mit der Ausweitung der Fissurenversiegelungen steht. Die fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie ermittelte, dass 70,3% der 12-Jährigen in Deutschland Fissurenversiegelungen aufweisen und eine dreifach geringere Karieserfahrung aufzeigen als Kinder ohne Versiegelungen [Jordan und Micheelis 2016].

6.1.4. Definition von Erfolg und Misserfolg

Bei der vorliegenden Studie wurden die Kriterien für Erfolg und Misserfolg der Fissuren- und Grübchenversiegelung vor Beginn der Untersuchung ausschließlich nach Aktenlage wie folgt festgelegt:

-Als Erfolg im Sinne der Überlebensstudie wurden alle Fissuren- und Grübchenversiegelungen im erfassten Beobachtungszeitraum von 2010 bis 2012 gewertet, die keine Veränderung zum Zeitpunkt der letzten Nachkontrolle erfahren hatten und in ihrem ursprünglichen Zustand waren.

-Als Misserfolg wurde eine Veränderung des Zustandes der Versiegelung gewertet, im Sinne einer notwendigen Erneuerung aufgrund eines vollständigen oder partiellen Verlustes, der Durchführung einer erweiterten Fissurenversiegelung oder dem Legen einer Füllung.

Dieses Vorgehen entspricht aktueller wissenschaftlicher Praxis, bei der intakte und unveränderte Versiegelungen bei Nachkontrolle als Kriterium für Überlebensstudien verwendet werden [Ripa 1993b, Goddon et al. 2007, Nilchian et al. 2011, West et al. 2011, Kühnisch et al. 2012].

6.1.5. Statistische Auswertung

Die Wirksamkeit therapeutischer Maßnahmen wird in vielen Studien anhand der Zeit bis zum Auftreten eines bestimmten Ereignisses beurteilt, obgleich es sich um ein positives, neutrales oder negatives Ereignis handelt. Unabhängig von der Wertung des Ereignisses wird in der Medizin allgemein von Überlebenszeitanalyse gesprochen. Charakteristisch dabei ist, dass die Zeitvariable nicht zu einem festen Zeitpunkt erfasst werden kann. Das bedeutet, dass zu Beginn der Studie unbekannt ist, wann das Ereignis eintritt. Ist am Ende des Beobachtungszeitraums das Ereignis nicht eingetreten, wird von einer zensierten Beobachtungszeit gesprochen. Zensierung kann auch dadurch entstehen, dass die Untersuchungseinheit in der Beobachtung verloren geht, wenn beispielsweise nach Durchführung der Behandlung keine Folgeuntersuchung stattfindet [Ziegler et al. 2007].

Simuliert man eine Überlebenszeitanalyse, wird die Wirksamkeit verschiedener Parameter auf den Erfolg anhand der Zeit bis zum Auftreten eines Ereignisses (Misserfolg) oder einer Zensierung (Erfolg) beobachtet. Für die vorliegende Überlebenszeitanalyse wurden Patientendaten in einem dreijährigen Zeitraum von 2010 bis 2012 ermittelt. Für gegen Ende des Beobachtungszeitraums erfasst Patientendaten, lag eine geringere Wahrscheinlichkeit vor, dass bei ihnen ein Ereignis eintritt. Dies liegt an der kürzeren Nachbeobachtungszeit.

Die hier angewendete Kaplan-Meier-Methode setzt keine festen Intervalle voraus und ist deshalb bei derartigen Untersuchungen anwendbar. Mit dieser Methode wird für jedes Ereignis (Veränderungen an der ursprünglichen Versiegelung) die entsprechenden Überlebenswahrscheinlichkeiten berechnet. Die Überlebensfunktionen kann anschließend als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt werden [Kaplan und Meier 1958].

Für den Gesamtbeobachtungszeitraum wurden in dieser Untersuchung die einzelnen Überlebenswahrscheinlichkeiten zu sogenannten kumulativen Überlebenswahrscheinlichkeiten zusammengefasst.

Um Gruppenvergleiche durchführen zu können, fand der Log-Rank-Test in der vorliegenden Studie Anwendung. Als Signifikanzniveau wurde $\alpha=0,05$ festgelegt.

6.2. Ergebnisse

6.2.1. Überlebenswahrscheinlichkeit/Gesamtbeobachtungszeitraum

Die durchschnittliche Überlebenszeit der drei Jahre nachuntersuchten Fissuren- und Grübchenversiegelungen lag bei 29,4 Monaten. Der Gesamtbeobachtungszeitraum der 997 Versiegelungen erstreckte sich auf 0,2 bis 35,0 Monate. Im Mittel ergab sich eine Beobachtungszeit von 14,4 Monaten. Die Spanne der Gesamtbeobachtungszeit ist sehr groß, daraus ergibt sich mit durchschnittlich 14,4 Monaten eine hervorstechende Differenz zu den ermittelten 29,4 Monaten durchschnittlicher Überlebenszeit. Bei retrospektiven Studien stellt sich stets das Problem dar, dass Nachuntersuchungen nicht durchgeführt werden oder nicht regelmäßig erfolgen, dadurch kann die durchschnittliche Beobachtungszeit sinken. Am Ende des untersuchten Zeitraums wiesen 862 (86,5%) Versiegelungen keine Veränderung auf. Sie wurden in der Auswertung zensiert (Zensus). Bei insgesamt 135 (13,5%) Zähnen trat ein Ereignis (Event) auf. Die Ereignisse verteilten sich auf 91 (9,1%) Fissurenversiegelung, welche erneuert werden mussten, bei 14 (1,4%) Versiegelungen wurde eine erweiterte Fissurenversiegelung durchgeführt und 30 (3,0%) Zähne erhielten eine Füllung. Es ist erfreulich, dass mit 67,4% der größere Anteil der Events auf eine Erneuerung der Versiegelung entfällt. Dies bedeutet, dass keine Durchführung von invasiven Maßnahmen notwendig war und weiterhin Kariesfreiheit des Zahns vorlag.

Die 86,5% Überlebens- bzw. Retentionsrate dieser Untersuchung ist vergleichbar mit anderen Studien und teilweise sogar besser im Ergebnis. Das Cochrane Review von Ahovuo-Saloranta et al. [2008] zeigt, dass die Retentionsraten von Versiegelungen nach einem Jahr zwischen 79% und 92% liegen, bei 71% bis 85% nach zwei Jahren und bei 61% bis 80% nach drei Jahren. Andere Studien, welche ebenfalls einen Beobachtungszeitraum von drei Jahren erfassten, kamen zu ähnlichen Ergebnissen wie das Cochrane Review und die vorliegende Untersuchung mit Retentionsraten von 58% bis 62% [Nilchian et al. 2011] und bis zu 69% [Straffon et al. 1985]. Ganz anders waren die Ergebnisse einer nicht

klinischen dreijährigen Querschnittstudie von Irmisch et al. [1997]. Dabei fanden sie nur 45% intakte Versiegelungen.

Kritisch beim Vergleich mit anderen Studien muss gesehen werden, dass das Studiendesign stark variieren kann und einige Studien auch partielle Retentionsverluste noch als Erfolg werten und dadurch höhere Überlebensraten erzielen, wie 95% Retentionsraten nach 15 Jahren in Untersuchungen von Wendt et al. [2001a, 2001b], von denen 65% komplette Retentionen und 30% Teilretentionen darstellen.

6.2.2. Abhängigkeit vom Parameter Geschlecht

Die Geschlechterverteilung dieser Studie war mit 173 männlichen (51,6%) und 162 weiblichen (48,4%) Patienten wie in den meisten vergleichbaren Untersuchungen ausgeglichen. Für männliche Patienten ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 29,7 Monaten, für weibliche Patienten von 29,1 Monaten. Im Log-Rank Test konnte mit $p=0,32$ kein signifikanter Unterschied der durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit der Versiegelungen zwischen beiden Geschlechtern festgestellt werden. Dies entspricht den Ergebnissen anderer Studien wie Nilchian et al. [2011], bei der das Geschlecht ebenfalls keinen Einfluss auf die Retentionsraten genommen hat.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Geschlecht ab
angenommen.

6.2.3. Abhängigkeit vom Parameter Alter

Die Altersspanne der erfassten Patienten reichte von 5,6 bis 17,9 Jahren. Im Mittel lag bei Versiegelung das Alter bei 11,1 Jahren. In den Altersspannen 6,0-8,9 und 13,0-13,9 Jahren ergaben sich in der Verteilung der Erstversiegelungen leichte Hochs. Die ersten bleibenden Molaren erscheinen im Alter zwischen 5 und 8 Jahren, die zweiten bleibenden Molaren im Alter zwischen 9 und 15 Jahren. Der ideale Versieglungszeitpunkt für die ersten Molaren wird mit 6 bis 8 Jahren und für die zweiten Molaren mit 11 bis 13 Jahren angegeben [Laurisch 2010]. Die

erhöhten Versiegelungsraten zu diesen Zeiten sind positiv zu werten, da für einen optimalen kariesprophylaktische Effekt so bald wie möglich nach Zahndurchbruch eine Versiegelung vorgenommen werden sollte [Welbury et al. 2004, Goddon et al. 2007]. Für Patienten, die jünger als der Mittelwert von 11,1 Jahren bei Versiegelung waren, ergab sich für die Fissurenversiegelungen eine mittlere Überlebenszeit von 30,0 Monaten. Im Vergleich lag für Patienten, die älter als der Mittelwert waren, die mittlere Überlebenszeit bei 28,9 Monaten. Es konnte zwischen den beiden Altersgruppen im Log-Rank Test mit $p=0,10$ kein signifikanter Unterschied für die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit festgestellt werden.

Die Ergebnisse anderer Studien zeigen allerdings, dass das Alter ein hochsignifikanter Parameter für das Überleben einer Versiegelung ist. Folke et al. [2004] stellten in einem Vergleich zwischen einer Gruppe Kinder im Alter von 5-9 bei Erstversiegelung und einer Gruppe von 10-16 Jährigen fest, dass die Überlebensrate der Versiegelungen der jüngeren Patienten signifikant niedriger waren. Nilchian et al. [2011] ermittelten ebenfalls für jüngeren Patienten im Alter von durchschnittlich 7 Jahren bei Erstversiegelung eine signifikant geringere Überlebensrate der Versiegelung als für ältere Patienten. Die Studie von Kervanto-Seppälä et al. [2008] mit einer Gruppe von 14-Jährigen bestätigt auch, dass Retentionsraten bei älteren Patienten deutlich höher sind als bei jüngeren Patienten. Dies steht vermutlich in Zusammenhang mit einer besseren Compliance und damit erleichterten Durchführung der Versiegelung.

Bei dem hier vorliegenden durchschnittlichen Alter von 11,1 Jahren war ein großer Teil der Patientenkohorte bei Erstversiegelung ebenfalls in einem reiferen Alter. Dies könnte erklären, dass in dieser Studie der Parameter Alter keinen Einfluss auf die Überlebensrate genommen hat.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Alter der Patienten bei Erstbehandlung ab **angenommen**.

6.2.4. Abhängigkeit vom Parameter dmf-t

Bekanntlich zeigt der dmf-t/DMF-T Wert an, wie groß die Karieserfahrung bis zum Zeitpunkt der Erhebung gewesen ist. Für die Registrierung der ersten Dentition werden Kleinbuchstaben (dmf-t) verwendet und ein Maximalwert von 20 ist erreichbar. Die dmf-t Werte der Patienten dieser Studie reichten von 0 bis 11. Im Mittel wiesen die Patienten einen Wert von 1,2 auf. Fast 64% (214) der Patienten wiesen naturgesunde Milchgebisse auf mit einem dmf-t Wert von Null. Für Patienten mit einem dmf-t von Null ergab sich eine mittlere Überlebenszeit der Versiegelungen von 29,4 Monaten. Für Patienten mit einem dmf-t Wert über Null lag sie bei 29,6 Monaten. Der Log-Rank Test konnte mit $p=0,58$ keinen signifikanten Unterschied in der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen den verschiedenen dmf-t Werten nachweisen. Der durchschnittliche dmf-t von 1,2 ist mit den Ergebnissen der epidemiologischen Untersuchung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege [Pieper 2010] aus der Zeit der Datenerfassung dieser Studie vergleichbar. Der Wert liegt unterhalb des hessischen (1,75) und auch bundesweiten Mittelwertes (1,87) für 6- bis 7-Jährige aus dem Jahr 2009. Naturgesunde Milchgebisse wiesen deutschlandweit in diesem Jahr 53,9% der Erstklässler auf. Somit ist die Patientenkohorte als durchschnittlich bis etwas weniger kariesaktiv einzuordnen. Viele Patienten dieser Untersuchung befanden sich bereits in der Wechselgebissphase, oder hatten keine Milchzähne mehr, was vermutlich zur Verbesserung des Wertes im Vergleich zum bundesweiten Durchschnitt geführt hat.

Verschiedene Studien, welche den Zusammenhang zwischen hohen dmf-t/DMF-T Werten und Retentionsverlusten untersuchten, konnten allerdings einen negativen Einfluss hoher Karieserfahrungen auf die Überlebensrate von Versiegelungen aufzeigen. Je höher der Index war, umso größer war das Risiko eines Verlustes [Raadal und Espelid 1992, Bravo et al. 1996, Folke et al. 2004].

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom dmf-t Wert der Patienten ab **angenommen**.

6.2.5. Abhängigkeit vom Parameter DMF-T

In Abgrenzung zur Erfassung der ersten Dentition wird das Kariesrisiko der zweiten Dentition mit Großbuchstaben (DMF-T) registriert. Im bleibenden Gebiss kann dabei ein maximaler Wert von 28 (ohne Weisheitszähne) erfasst werden.

In der vorliegenden Studie konnten für die bleibenden Zähne DMF-T Werte von 0 bis 19 ermittelt werden. Durchschnittlich lag der DMF-T Wert bei 0,9. Über 65% der Patienten zeigten mit einem Wert von Null naturgesunde Zähne auf. Die Versiegelungen der Patienten mit einem DMF-T von Null wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 29,8 Monaten auf. Im Vergleich lag für Patienten mit einem DMF-T über Null die mittlere Überlebenszeit bei 28,3 Monaten. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen DMF-T Werten im Log-Rank Test mit $p=0,09$ festgestellt werden.

Der mittlere DMF-T Wert der Patienten dieser Studie ist mit 0,9 bei einem durchschnittlichen Alter von 11,1 Jahren etwas schlechter als der zu dieser Zeit hessische (0,6) und deutschlandweite Mittelwert (0,7) der 12-Jährigen [Pieper 2010]. Die Patientenkohorte ist daher durchschnittlich bis etwas kariesaktiver einzuordnen. Aktuelle Werte für 12-Jährige aus der fünften Mundgesundheitsstudie aus dem Jahr 2014 [Jordan und Micheelis 2016] zeigen einen weiteren Rückgang der Kariesaktivitäten und liegen bei einem durchschnittlichen DMF-T von 0,5.

Verschiedene Studien konnten allerdings im Gegensatz zu dieser Untersuchung einen negativen Einfluss hohen Karieserfahrung vor Versiegelung auf die Retentionsraten aufzeigen [Raadal und Espelid 1992, Bravo et al. 1996, Folke et al. 2004].

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom DMF-T Wert der Patienten ab **angenommen**.

6.2.6. Abhängigkeit vom Parameter Allgemeine Anamnese

Unter den 335 Patienten wiesen 307 (91,6%) eine unauffällige Anamnese auf. Bei lediglich 28 (8,4%) Patienten konnte eine auffällige Anamnese erfasst werden wie

eine körperliche oder geistige Behinderungen, Herz- und Lungenerkrankungen, psychiatrische Erkrankungen, Immunschwächen oder Tumore. Der Anteil von Patienten mit auffälliger Anamnese ist in der vorliegenden Studie somit klein und wenig aussagekräftig. Die Versiegelungen der Patienten mit einer unauffälligen Anamnese wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 29,6 Monaten auf. Im Vergleich lag für Patienten mit einer auffälligen Anamnese die mittlere Überlebenszeit bei 25,4 Monaten. Für die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit der Versiegelungen konnte im Log-Rank Test mit $p=0,07$ kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

Bei Kinder und Jugendliche mit medizinischen, körperlichen oder geistigen Einschränkungen sollte eine Versiegelung der Milch- und auch bleibenden Zähne generell in Betracht gezogen werden [Leake et al. 1997], da sie zu einer Gruppe mit allgemein hohem Kariesrisiko zählen und ihre Fissuren und Grübchen als besonders gefährdet gelten [Hickel und Kühnisch 2007, Hellwig et al. 2009].

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der allgemeinen Anamnese der Patienten ab **angenommen**.

6.2.7. Abhängigkeit vom Parameter Zahngruppe

Die höchste kariöse Anfälligkeit von allen Zähnen haben die Fissuren und Grübchen der ersten und zweiten bleibenden Molaren [Li et al. 1993, Hannigan et al. 2000, Splieth et al. 2007]. Beide Zahngruppen weisen ein gleich hohes Risiko einer Kariesentstehung auf und sind daher beide die wichtigsten Kandidaten für eine Fissuren- und Grübchenversiegelung [Locker et al. 2003].

In der vorliegenden Studie wurden fast doppelt so viele erste bleibende Molaren (64,9%) wie zweite bleibende Molaren (35,1%) versiegelt. Im Vergleich zwischen den beiden Zahngruppen ergab sich für alle ersten Molaren eine mittlere Überlebenszeit der Versiegelungen von 29,6 Monaten und für alle zweiten Molaren lag die mittlere Überlebenszeit bei 29,0 Monaten. Zwischen beiden Zahngruppen konnte der Log-Rank Test mit $p=0,19$ keinen signifikanten Unterschied für die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit feststellen.

In einer Untersuchung vom Irmisch et al. [1997] traten an den ersten bleibenden Molaren in 55,3% und an den zweiten bleibenden Molaren in 52,6% Retentionsverluste der Versiegelungen auf. Die Verlustraten der ersten Molaren waren somit etwas höher, allerdings im Vergleich zu den zweiten Molaren nicht signifikant, wie in der hier vorliegenden Studie. Auch Folke et al. [2004] konnten keinen signifikanten Einfluss des Zahntyps auf die Überlebensrate von Versiegelungen über einen Beobachtungszeitraum von zehn Jahren ermitteln.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Zahngruppe erster oder zweiter Molar ab **angenommen**.

6.2.8. Abhängigkeit vom Parameter Ober-/Unterkiefer

Die Verteilung der Versiegelungen auf den Ober- und Unterkiefer war in dieser Studie ausgeglichen. Für die Versiegelungen im Oberkiefer ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 29,3 Monaten. Im Vergleich überlebten die Versiegelungen im Unterkiefer im Mittel 29,5 Monate. Der Log-Rank Test konnte mit $p=0,39$ keinen signifikanten Unterschied in der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen Ober- und Unterkiefer ermitteln.

Andere Untersuchungen bezüglich dieses Parameters kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Irmisch et al. [1997] stellten in Bezug auf Retentionsraten von Versiegelungen in ihrer Querschnittsstudie fest, dass im Oberkiefer die Retentionsraten insgesamt schlechter als im Unterkiefer waren. Die Studie von Heinrich-Weltzien und Kühnisch [1999] kann dieses Ergebnis bestätigen. Verluste der Versiegelungen traten ebenfalls häufiger im Ober- als im Unterkiefer auf. Als Ursachen der höheren Verlustraten an Oberkiefermolaren werden vor allem verarbeitungsbedingte Fehler unter schlechter Sicht bei inkorrekte Lagerung des Patienten verantwortlich gemacht, wie eine Überschussbildung, ein nach distal gerichteter Fluss des Materials während der Applikation, oder Speichelkontamination [Kühnisch et al. 2010].

In der Untersuchung von Wendt et al. [2001a] hingegen waren die Molaren des Unterkiefers signifikant häufiger kariös oder gefüllt als die Molaren des

Oberkiefers. Die Zähne wiesen eine Karies oder Restauration der bukkalen Grübchen auf, während im Bereich der okklusalen Flächen die Versiegelungen meist noch intakt waren. Die Autoren nahmen an, dass die bukkale Grübchen der Unterkiefermolaren schwieriger zu versiegeln seien, als ihre okklusalen Fissuren. Eine ältere Studie von Barrie et al. [1990] stimmt mit diesen Ergebnissen überein. Sie zeigte, dass zwei Jahren nach der Durchführung einer Versiegelung nur 39% der Versiegelungen der bukkalen Grübchen der Molaren im Unterkiefer intakt waren. Bravo et al. [1996] geben an, dass die Retention in den Fissuren des Oberkiefers besser als an den okklusalen Flächen des Unterkiefers sei. Auch in der Studie von da Silva Tagliaferro et al. [2011] lassen sich Hinweise darauf finden, dass Molaren im Unterkiefer anfälliger für Kariesentstehung als Molaren des Oberkiefers sind.

Es ist davon auszugehen, dass in der vorliegenden Studie lokalisationsbedingte Herausforderungen bei der Durchführung der Fissuren- und Grübchenversiegelungen sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer gleichwertig gemeistert wurden und dadurch vergleichbare Retentionsraten für beide Kiefer erzielt werden konnten.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Ober- oder Unterkiefer ab **angenommen**.

6.2.9. Abhängigkeit vom Parameter Fissurenreinigung

Die Verteilung zwischen einer Reinigung des Zahnes vor Versiegelung und keiner Durchführung einer Reinigung bzw. keiner Angabe zur Reinigung verhält sich in dieser Studie nahezu ausgeglichen. Zuvor gereinigte Fissuren wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 30,3 Monaten auf. Für Versiegelung ohne zuvor durchgeführte Reinigung lag die mittlere Überlebenszeit bei 28,4 Monaten. Im Log-Rank Test ergab sich mit dem Wert $p=0,0025$ eine Signifikanz für diesen Parameter. An Zähnen, die vor Applikation gereinigt wurden, wiesen die Versiegelungen eine signifikant längere mittlere Überlebensdauer auf.

In der Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelungen [Kühnisch et al. 2010] kommen die Autoren zu dem Schluss, dass Retentionsraten mehrheitlich in In-vitro-Studien untersucht wurden. Nur wenige vergleichende In-vivo-Studien liegen zu diesem Aspekt vor, daher sei eine umfassende Beurteilung der verschiedenen Methoden anhand klinischer Studien nicht möglich und das Evidenzniveau werde als offen angesehen. Trotzdem wird anhand einer rationalen Evidenz eine Zahnreinigung vor der Versiegelung als notwendig angesehen. Dieser Arbeitsschritt ist zudem Grundlage für eine korrekte Kariesdiagnostik und Indikationsstellung.

Die Retention der Fissuren- und Grübchenversiegelung am Zahn ist der wichtigste Faktor für einen langfristigen kariesprotektiven Effekt [Ripa 1993b] und stark von der Qualität der Versiegelung abhängig [Riethe 1988]. Plaque und andere Ablagerungen auf der Zahnoberfläche können den Ätzprozess stören und die Penetration des Versieglermaterials verhindern [Babu et al. 2014]. Verschiedene epidemiologische Querschnittsuntersuchungen zeigen nicht zu vernachlässigende Qualitätsmängel und Misserfolge der Fissuren- und Grübchenversiegelung auf [Kühnisch et al. 2010].

Diese Studie ist als weiterer Hinweis zu werten, dass die Durchführung einer gewissenhaften Reinigung vor Versiegelung ein nicht zu unterschätzender Aspekt mit Einfluss auf die Retentionsraten ist.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Fissurenreinigung vor Versiegelung ab **verworfen**.

6.2.10. Abhängigkeit vom Parameter Trockenlegung

Eine adäquate Trockenlegung wird als der kritischste und wichtigste Aspekt der Versiegelung angesehen [Waggoner und Siegal 1996, Harris und Garcia-Godoy 1999, Babu et al. 2014].

Von allen Versiegelungen dieser Studie wurde lediglich ein kleiner Anteil von etwa 4% absolut trocken gelegt. Somit unterscheiden sich die beiden Verfahren absolute und relative Trockenlegung stark in ihrem Vorkommen. Für Versiegelung unter

absoluter Trockenlegung ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 22,7 Monaten. Unter relativer Trockenlegung durchgeführte Versiegelungen wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 29,4 Monaten auf. Mit dem Wert $p=0,88$ konnte im Log-Rank Test kein signifikanter Unterschied zwischen den Arten der Trockenlegung festgestellt werden.

In der Literatur gibt es ausreichend Belege dafür, dass eine relative Trockenlegung mit Watterollen im Vergleich zur absoluten Trockenlegung mit Kofferdam gleiche Retentionsergebnisse bringt [Lygidakis et al. 1994, Waggoner und Siegal 1996]. Vergleichende klinische Untersuchungen erzielten zwar tendenziell höhere Retentionsraten unter Kofferdam, allerdings konnte in der Mehrzahl der Studien kein signifikanter Unterschied der Überlebensraten zwischen den Trockenlegungsarten nachgewiesen werden [Eidelman et al. 1983, Straffon et al. 1985, Wright et al. 1988, Wood et al. 1989, Lygidakis et al. 1994, Albani et al. 2005]. Nur wenige Studien liegen vor, in denen eine absolute Trockenlegung signifikante Vorteile erbrachte [McConnachie 1992, Ganss et al. 1999].

Grundsätzlich wird sowohl die absolute als auch die relative Trockenlegung empfohlen. Letztere wird von Kindern und Jugendlichen jedoch besser akzeptiert [Kühnisch et al. 2010]. Nachteilig an der relativen Trockenlegung ist allerdings, die Notwendigkeit eines vierhändigen Arbeitens [Cooper 1974, Robinson et al. 1968, Wood et al. 1989]. Wird die Versiegelungen ohne Assistenz durchgeführt, sollte der Kofferdam das Mittel der Wahl sein [Griffin et al. 2008].

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Art der Trockenlegung ab **angenommen**.

6.2.11. Abhängigkeit vom Parameter Fluoridierung

Mit einem Anteil von fast 90% der Zähne wurde die Mehrheit der Versiegelungen nach der Applikation fluoridiert. Für diese ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 29,2 Monaten. Im Vergleich lag für Versiegelungen, bei denen keine Fluoridierung durchgeführt wurde, die mittlere Überlebenszeit bei 30,0 Monaten. Im Log-Rank Test konnte mit $p=0,62$ kein signifikanter Unterschied in der

mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen der Durchführung einer Fluoridierung und keiner Durchführung nach Versiegelung festgestellt werden.

Der hohe Anteil an anschließend durchgeführten Fluoridierungen lässt sich über die BEMA IP4 Position der gesetzlichen Krankenkassen erklären, mit der im Rahmen der Individualprophylaxe neben den Fissuren- und Grübchenversiegelungen auch die lokale Fluoridierung der Zähne abrechenbar ist. Darüber hinaus wird zur Remineralisation geätzter, aber nicht versiegelter Schmelzareale, die Lokalapplikation eines Fluoridpräparates direkt nach Platzierung der Versiegelung empfohlen [Kühnisch et al. 2010].

Es lassen sich in der Literatur nur wenige Aussagen darüber finden, ob dieser Parameter Einfluss auf die Retentionsraten von Versiegelungen nimmt. In einer Studie von Folke et al. [2004] hatten Fluoriderfahrungen bereits in der Vergangenheit einen signifikant positiven Einfluss auf die Überlebensraten. Eine zusätzliche lokale Fluoridapplikation nach der Versiegelung zeigte eine Schutzwirkung, aber keine Signifikanz in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Versiegelung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von einer Zahnfluoridierung nach Versiegelung ab **angenommen**.

6.2.12. Abhängigkeit vom Parameter Versiegelungsmaterial

Fast alle Versiegelungen dieser Studie wurden mit einem dünnfließenden, lichthärtenden Kunststoff durchgeführt. Mit über 70% machte das Material Fissurit den größten Anteil aus. Im Vergleich zwischen den verwendeten Versiegelungsmaterialien ergab sich für Fissurit eine mittlere Überlebenszeit von 29,5 Monaten, für HeliOSEAL von 28,7 Monaten, für das Material Delton von 27,1 Monaten und für Flowable lag die mittlere Überlebenszeit bei 26,0 Monaten. Lediglich zwei (0,2%) der nachuntersuchten Versiegelungen wurden mit Glasionomerzement durchgeführt. Diese erreichten eine mittlere Überlebenszeit von 1,5 Monaten, da sie eine sehr kurze Nachbeobachtungszeit hatten. Während dieser Zeit trat kein Event auf, sie wurden in der Analyse zensiert und haben für

diese Studie insgesamt wenig Aussagekraft. Der Log-Rank Test konnte mit $p=0,94$ keinen signifikanten Unterschied der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeiten zwischen den verschiedenen Materialien nachweisen, alle Materialien eigneten sich gleichwertig für die Anwendung. Der kariesprotektive Effekt von Fissuren- und Grübchenversiegelungen hängt stark von der suffizienten Retention des Versieglermaterials ab [Ahovuo-Saloranta et al. 2008]. Eine defekte Versiegelung bedeutet ein erhöhtes Kariesrisiko [Irmisch et al. 1997]. Als Ursache für Defekte oder Verluste von Versiegelungen wurden in der Vergangenheit oft Materialfehler verantwortlich gemacht. Mittlerweile werden vor allem Verarbeitungsfehler des Behandlers als Ursache für Misserfolge angenommen [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 1999].

Die hier angewendeten Kunststoffmaterialien werden in der Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelung [Kühnisch et al. 2010] aufgrund der vielfach nachgewiesenen längeren Überlebenszeiten für die Anwendung empfohlen. Allerdings erfordern diese Materialien ein sehr gutes Feuchtigkeitsmanagement, im Vergleich dazu sind Glasionomerezemente weniger empfindlich [Beirut et al. 2006, Ahovuo-Saloranta et al. 2008], daher können sie als vorläufiges Versiegelungsmaterial bei Patienten mit hohem Kariesrisiko in der kritischen Phase des Zahndurchbruchs bei inadäquater Trockenlegung Anwendung finden [Carvalho et al. 1992, Araujo et al. 2002, van Amerongen et al. 2008]. Unter anderem ergab sich in einer von Kervanto-Seppälä et al. [2008] durchgeführten Vergleichsstudie im Split-Mouth-Design zwischen Glasionomerezementen und lichtpolymerisierenden Kunststoffen ein signifikanter Unterschied in der entstandenen Kariesrate zu Gunsten des Kunststoffmaterials. Glasionomerezement kann nicht als dauerhaftes Versieglermaterial empfohlen werden.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht vom Versiegelungsmaterial ab **angenommen**.

6.2.13. Abhängigkeit vom Parameter Recallanzahl

Da unabhängig vom verwendeten Versiegelungsmaterial und der Qualität der Behandlung ein Retentionsverlust eintreten kann, sind regelmäßige Kontrollen der durchgeführten Fissuren- und Grübchenversiegelungen unbedingt erforderlich [Kühnisch et al. 2010].

Die in der vorliegenden Studie erfassten Versiegelungen wurden jeweils von 1 bis 20 Mal nachkontrolliert, im Mittel ergaben sich für den nachuntersuchten Zeitraum 2,9 Nachkontrollen. Der Vergleich der Recallanzahlen ergab für Versiegelungen, die in der Gesamtbeobachtungszeit bis zu einschließlich drei Mal im Recall waren, eine mittlere Überlebenszeit von 26,2 Monaten. Für Fissurenversiegelungen, die mehr als drei Mal im Recall waren, lag die mittlere Überlebenszeit bei 32,0 Monaten. Der Log-Rank Test stellte mit $p < 0,0001$ einen signifikanten Unterschied der mittleren Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen den beiden Recallgruppen fest. Die mittlere Überlebensdauer war für Fissurenversiegelungen, welche im erfassten Zeitraum öfter als der erhobene Mittelwert in Behandlung waren, signifikant höher.

Dieses Ergebnis bestätigt, wie wichtig Nachuntersuchungen für den langfristigen Erfolg von Fissuren- und Grübchenversiegelungen sind und deckt sich mit den Resultaten und Forderungen der Literatur. Nachkontrollen sind entscheidend, um die Kariesprävention der Versiegelungen sicherzustellen [Romcke et al. 1990, Chestnutt et al. 1994, Deery et al. 1997]. Beauchamp et al. [2008] und Hellwig et al. [2010] sehen den dauerhaften Erfolg von Fissurenversiegelungen, neben einer adäquaten Verarbeitung, in den regelmäßigen Überprüfungen der Versiegelungen. Irmisch et al. [1997] stellten in ihrer Untersuchung fest, dass ein Risiko eines vollständigen oder teilweisen Versiegelungsverlustes kurz nach der Applikation am größten sei. Aus diesem Grund forderten die Autoren bereits nach ein bis drei Monaten eine erste Kontrolle durchzuführen. Für weitere Nachuntersuchungen liegt ihre Empfehlung bei halbjährlichen Kontrollen. Andere Untersuchungen wie von Dennison und Straffon [1990] stellten ebenso fest, dass die Verlustraten der Versiegelungen zu Beginn, in der Regel während der ersten sechs Monate nach Platzierung, am höchsten seien. West et al. [2011] konnten in ihrer Studie ebenfalls einen signifikanten Einfluss des Parameters Recall auf das Überleben von Versiegelungen nachweisen. Größere Abstände zwischen den Nachkontrollen

zeigten einen negativen Einfluss auf die Retention. Die Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelung [Kühnisch et al. 2010] empfiehlt eine erste Nachkontrolle innerhalb von sechs Monaten vorzunehmen.

Häufigere Vorstellungen spiegeln möglicherweise ein insgesamt höheres Patientenbewusstsein wider, sowie eine besonders gute Mitarbeit und eine konsequente Wahrnehmung von Kontrollterminen. Sie können auch ein Indiz für eine besonders gewissenhafte Vorgehensweise des jeweiligen Behandler sein.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Anzahl der Recalls ab **verworfen**.

6.2.14. Abhängigkeit vom Parameter Behandlergruppe

Als Ursache für Misserfolge einer Fissuren- und Grübchenversiegelung werden mittlerweile vor allem Verarbeitungsfehler des Behandlers bei der Durchführung angenommen [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 1999], daher ist es gut möglich, dass Retentionsraten abhängig vom Ausbildungsgrad und der Erfahrung des Behandlers sind.

Die nachuntersuchten Patienten der vorliegenden Studie verteilten sich mit 236 (70,4%) auf die Zahnarztpraxis und 99 (29,6%) auf die Zahnklinik, von denen 31 durch Studenten behandelt wurden. Von den insgesamt 997 eingeschlossenen Versiegelungen verteilte sich mit 726 (72,8%) der mit Abstand größte Anteil auf die Praxiszahnärzte, gefolgt von 191 (19,2%) auf die Zahnärzte der Klinik und 80 (8,0%) auf die Studenten des letzten Studiensemesters, womit sie die kleinste Gruppe darstellten.

Der Vergleich der mittleren Überlebenszeiten der verschiedenen Gruppen ergab für Versiegelungen, die von Zahnärzten in der Praxis gelegt wurden 29,5 Monate. Für in der Klinik durchgeführte Fissurenversiegelungen lag die mittlere Überlebenszeit der Zahnärzte bei 28,8 Monaten und der Studenten bei 28,0 Monaten. Die Anteile an entstandenen Events während der Beobachtungszeit in den drei Behandlergruppen sind mit 13,2 % bis 15 % vergleichbar, keine Gruppe zeigte auffällig viele Misserfolge. So konnte der Log-Rank Test mit einem Wert von

$p=0,54$ keinen signifikanter Unterschied zwischen den Behandlergruppen nachweisen.

Die Studienlage bezüglich eines Vergleichs der Behandlungserfolge zwischen Behandlern mit unterschiedlicher Erfahrung ist gering. In der Literatur lassen sich einige Untersuchungen finden, welche hauptsächlich der Beurteilung einer Deligierbarkeit der Fissuren- und Grübchenversiegelung an das Personal dienen. Folke et al. [2004] untersuchten zehn Jahre retrospektiv den Erfolg von Fissurenversiegelungen im Vergleich zwischen vier Zahnärzten/innen, drei Dentalhygienikern/innen und zehn Zahnarzthelfern/innen als Behandler an insgesamt 3194 Zähnen. Die Autoren unterstützten aufgrund ihrer Ergebnisse die Delegation dieser Aufgabe an das Personal. Diese Schlussfolgerung deckt sich mit der dreijährigen retrospektiven Studie von Nilchian et al. [2011]. Sie verglichen die Retentionsraten von insgesamt 1100 Versiegelungen, welche von 25 Zahnärzten/innen und 25 zahnmedizinischen Helferinnen durchgeführt worden waren. Die Autoren konnten keinen signifikanten Unterschied in den Überlebensrate zwischen den beiden Gruppen feststellen. Galloway et al. [2003] führten ein systematisches Review durch, in welchem sie die Behandlung von Helfern/innen und Zahnärzten/innen in verschiedenen Bereichen der Zahnbehandlung verglichen. Diese Untersuchung konnte allgemein zeigen, dass an das Personal mit einer entsprechenden Ausbildung eine Reihe von Aufgaben übertragbar sind, diese selbstständig und in vergleichbarer Qualität durchgeführt werden.

Nur wenige Studien lassen sich finden, welche Studenten/innen als Behandler in einen Vergleich von Erfolgsraten mit einbeziehen. West et al. [2011] führte eine Studie durch, in der sie als Behandlergruppen Kinderzahnärzte/innen mit Zahnmedizinstudenten/innen verglichen. An 203 Kindern im Alter von sechs bis zehn Jahren konnten 481 Versiegelungen erfasst werden, welche mindestens zwei Jahre nachuntersucht wurden. Die Studie konnte ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Überlebensraten feststellen.

Die vorliegende Studie vergleicht erstmalig den Erfolg von Fissurenversiegelungen zwischen drei verschiedenen Behandlergruppen unter Einbeziehung der studentischen Behandlung. Die festgestellten Unterschiede bezüglich der mittleren Überlebenszeit waren statistisch nicht signifikant, allerdings wäre eine

homogenere Verteilung der Fallzahlen wünschenswert gewesen, so ist dieses Ergebnis als ein weiterer Hinweis auf eine erreichbare suffiziente Durchführung einer Fissuren- und Grübchenversiegelung auch bei verhältnismäßig geringer Erfahrung zu werten.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:
Das Überleben einer Fissurenversiegelung hängt nicht von der Behandlergruppe ab **angenommen**.

6.3. Klinische Relevanz

Die vorliegende retrospektive Studie befasste sich mit Fissuren- und Grübchenversiegelungen, welche in einem begrenzten Zeitraum, sowohl in einer Zahnklinik als auch in einer Zahnarztpraxis durch Klinikzahnärzte, Praxiszahnärzte und Studenten durchgeführt wurden. Im Rahmen dieser Studie sollten neben verschiedenen Behandlergruppen als Parameter auch anderen Einflussfaktoren auf die Überlebensraten der Versiegelungen geprüft werden. Unter einer Fissuren- und Grübchenversiegelung wird der vorsorgliche Verschluss der besonders kariesanfälligen Fissuren und Grübchen mit Hilfe der Applikation eines in der Regel dünnfließenden und aushärtenden Kunststoffmaterials verstanden. Die Entstehung eines kariösen Prozesses an diesen Flächen soll dadurch verhindert und bereits vorhandenen kariöse Frühstadien gestoppt werden [Welbury et al. 2004]. Bei richtiger Indikationsstellung ermöglichen Fissuren- und Grübchenversiegelungen den Erhalt naturgesunder Zähne bis in das hohe Lebensalter, verhindern kariöser Zerstörung mit möglichem Zahnverlust und vermeiden invasive und kostspielige Maßnahmen. Die Wirksamkeit der Versiegelungen sind allerdings stark von ihrer Qualität abhängig [Riethe 1988]. Die Retention des Versiegelungsmaterials am Zahn stellt den wichtigsten Faktor für einen langfristigen Erfolg dar [Ripa 1993b]. Verschiedene epidemiologische Querschnittsuntersuchungen zeigen nicht zu vernachlässigende Qualitätsmängel und Misserfolge der Fissuren- und Grübchenversiegelung auf [Kühnisch et al. 2010]. Dies begründet, dass auch weiterhin Studien wie diese durchgeführt werden sollten, die Erfolgsraten von Versiegelungen prüfen und Einflussfaktoren auf ihre

Retention untersuchen. Zwar konnte in den letzten Jahrzehnten bereits ein drastischer Kariesrückgang verzeichnet werden, welcher als „Caries decline“ in die Literatur eingegangen ist [Künzel et al. 2000, Pieper und Schulte 2004, Schulte et al. 2006, Pieper 2010], allerdings stellt auch heute die Zahnkaries noch immer ein signifikantes Problem dar und gilt als weltweit häufigste Krankheit [Jordan und Micheelis 2016]. Ihrer Bekämpfung sollte zukünftig weiterhin große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Verschiedene Untersuchungen konnten einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen geringen DMF-T Werten und Fissurenversiegelungen aufzeigen im Vergleich zu Kindern und Jugendlichen ohne jede Versiegelung [Schulte et al. 2001, Micheelis und Schiffner 2006, Momeni et al. 2007, Jablonski-Momeni et al. 2014, Jordan und Micheelis 2016], somit sind Versiegelungen ein entscheidender Faktor, um das Ziel weiterer Kariesreduktion zu erreichen.

Diese Arbeit zeigt, dass Faktoren wie eine vor Versiegelung durchgeführte Reinigung der Fissuren und Grübchen und regelmäßige Nachkontrollen den langfristigen Erfolg entscheidend beeinflussen können. Während der Durchführung einer Versiegelung sollte der Behandler bestimmten Arbeitsschritten besondere Aufmerksamkeit schenken und nach einem standardisierten Verfahren sehr gewissenhaft vorgehen. Darüber hinaus sollten regelmäßige und frühzeitige Nachuntersuchungen der Versiegelungen fester Bestandteil der Betreuungsstrategie von Kindern und Jugendlichen sein.

Bisher liegen nur wenige vergleichende In-vivo-Studien zum Aspekt der Fissurenreinigung vor, daher wird das Evidenzniveau derzeit als offen angesehen, eine Reinigung aus rationalen Gründen allerdings trotzdem empfohlen [Kühnisch et al. 2010]. Das Ergebnis der vorliegenden Studie stützt diese Empfehlung und ist ein weiterer Hinweis darauf, zu einer Reinigung vor Versiegelung nicht nur aus logischen Gründen zu raten.

Durch häufige Nachkontrollen können vollständige und partielle Verluste der Versiegelungen rechtzeitig festgestellt werden und der Zahn durch nicht invasive Maßnahmen mit Hilfe einer Nach- oder neuen Versiegelung wieder vor kariösen Angriffen geschützt werden. Eine ausführliche Aufklärung des Patienten und der Eltern über die Notwendigkeit von Nachuntersuchungen und der Einhaltung festgelegter Recalltermine sollte Bestandteil der Behandlung sein. Die Ergebnisse

dieser Untersuchung bestätigen, wie wichtig die bereits in der Literatur gestellten Forderungen nach frühzeitigen und regelmäßigen Nachuntersuchungen sind [Irmisch et al. 1997, Jokovic und Locker 2001, Kühnisch et al. 2010, West et al. 2011] und dass der langfristige Erfolg einer Fissuren- und Grübchenversiegelung von einer adäquaten Durchführung der Arbeitsschritte und regelmäßigen Überprüfungen der Versiegelungen abhängt [Beauchamp et al. 2008, Goršeta 2015].

Sicher spielen die Erfahrung und Qualifikation eines jeden Behandlers eine große Rolle für den Ausgang und die Erfolgsprognose jeder Therapiemaßnahme. Die vorliegende Studie zeigt, dass auch Studenten mit entsprechender Ausbildung und Betreuung in der Lage sind, vergleichbare Ergebnisse wie praktizierende Zahnärzte sowohl aus der Klinik als auch der Praxis zu erzielen. Bereits andere Untersuchungen konnten bestätigen, dass eine Delegation der Fissuren- und Grübchenversiegelungen an weniger erfahrene Behandlergruppen und auch das Personal möglich ist [Folke et al. 2004, Nilchian et al. 2011, West et al. 2011]. Entscheidend dabei ist allerdings, neben einer gewissenhaften Durchführung, eine richtige Instruktion im Vorfeld zu erhalten. Die Philipps-Universität Marburg bietet neben der theoretischen Lehre auch die praktische Durchführung von Versiegelungen im Studentenkurs an, wodurch zusätzlich das Trainieren dieser Behandlungsmaßnahme unter Aufsicht ermöglicht wird. In der heutigen Zeit sind Fissuren- und Grübchenversiegelungen zur Kariesreduktion ein elementarer Bestandteil der Präventionsstrategie von Kindern und Jugendlichen und aus der Zahnheilkunde nicht mehr weg zu denken. Daher kann nur empfohlen werden, wie es das Lehrkonzept der Marburger Zahnklinik anbietet, diese Maßnahme bereits im Studium zu erlernen und zu üben.

Die vorliegende Studie vergleicht erstmalig die Effektivität von Fissurenversiegelungen zwischen drei verschiedenen Behandlergruppen und schließt dabei die studentische Behandlung mit ein, bezüglich derer die Studienlage derzeit besonders gering ist.

Auch die Wirksamkeit von Fissurenversiegelungen aus der Zahnarztpraxis ist weniger bekannt, die meisten Studien beziehen sich auf die klinische Durchführung von Fissuren- und Grübchenversiegelungen unter kontrollierten

Bedingungen. Diese Studie bestätigt, dass auch in der Zahnarztpraxis Fissuren- und Grübchenversiegelungen erfolgreich durchgeführt werden.

Für die Zukunft werden Überlegungen angestellt, die Erfolge der okklusalen Fissuren- und Grübchenversiegelungen auf proximale Zahnflächen zu übertragen und damit an diesen Stellen Karies zu verhindern und initiale Läsionen zu stoppen. Allerdings sind diese Verfahren bisher komplex und zeitaufwendig. Darüber hinaus wird die Fissuren- und Grübchenversiegelung immer mehr als Therapiemöglichkeit initialer kariöser Läsionen und nicht nur als Prophylaxemaßnahme angesehen [Splieth et al. 2010].

Anhand der vorliegenden Daten lässt sich schlussfolgern, dass das Überleben einer Fissurenversiegelung von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig ist. Die Reinigung der Fissuren und Grübchen vor Versiegelung, sowie die Häufigkeit der Nachkontrollen zeigten bei dieser retrospektiven Auswertung einen signifikant positiven Einfluss auf die Retentionsraten. Der Faktor Behandlergruppe nahm keinen Einfluss auf die Überlebensraten der Fissuren- und Grübchenversiegelungen.

7. Zusammenfassungen

7.1. Zusammenfassung

Ziel: Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Studie sollten verschiedene Parameter untersucht werden, die Einfluss auf den Erfolg und Misserfolg von Fissurenversiegelungen nehmen können, sowie ein Vergleich zwischen den Behandlergruppen Klinikzahnarzt, Praxiszahnarzt und Student durchgeführt werden. Nur wenige Studien befassen sich mit der Untersuchung von Qualitätsunterschieden verschiedener Behandlergruppen, insbesondere mit der studentischen Behandlung. Darüber hinaus stellte diese Arbeit die erstmalige Evaluation der Fissuren- und Grübchenversiegelungen an der Marburger Zahnklinik dar und diente der internen Qualitätsprüfung, sowie der Beurteilung des Lehrkonzeptes, Fissuren- und Grübchenversiegelungen in den praktischen Studentenkursen im 10. Fachsemester Zahnmedizin anzubieten.

Methode: Anhand von Einträgen und Befunden aus Patientenakten wurden Daten von Kindern und Jugendlichen zwischen 5-17 Jahren erhoben, welche in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg und in einer nahe gelegenen Zahnarztpraxis (Dr. Boris Jablonski, Lollar) im Zeitraum von 2010 bis 2012 an mindestens einem bleibenden ersten oder zweiten Molar mit einer klassischen Fissurenversiegelung versorgt worden waren. Es wurden verschiedene Parameter erfasst und ihr Einfluss auf den Erfolg oder Misserfolg der Versiegelungen untersucht. Die Überlebensrate wurde nach dem Kaplan-Meier-Schätzer analysiert und für Gruppenvergleiche der Log-Rank Test angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha=0,05$ festgelegt. Als Erfolg wurde gewertet, wenn es im erfassten Zeitraum zu keiner Veränderung der Versiegelung kam. Als Misserfolg wurde eine Veränderung der Versiegelung im Sinne einer Erneuerung, einer erweiterten Fissurenversiegelung oder einer Füllungstherapie betrachtet.

Ergebnisse: Insgesamt wurden Daten für 997 Zähne von 335 Patienten erhoben. Im Mittel besaß jeder Patient 3,0 Versiegelungen. 68 Patienten (191 Zähne) wurden durch Klinikzahnärzte behandelt, 236 Patienten (726 Zähne) durch Praxiszahnärzte und 31 Patienten (80 Zähne) durch Studenten. Der mittlere Beobachtungszeitraum lag bei 14,4 Monaten (0,2-35,0 Monate, Standard-

abweichung: 8,6). Am Ende wiesen 862 (86,5%) Versiegelungen keine Veränderung auf, bei 135 trat ein Ereignis ein. An 91 (9,1%) Zähnen wurde die Versiegelung erneuert, während an 14 (1,4%) Zähnen eine erweiterte Fissurenversiegelung durchgeführt wurde, 30 (3,0%) Zähne erhielten eine Füllung. Für alle Fissurenversiegelungen wurde eine mittlere Überlebenszeit von 29,4 Monate (95% Konfidenzintervall: 28,6-30,2) ermittelt. Bei einer Altersspanne von 5,6 bis 17,9 Jahren lag das durchschnittliche Alter zu Beginn der Behandlung bei 11,1 Jahren. Der mittlere dmf-t Wert betrug 1,18, der DMF-T lag bei 0,90. Die untersuchten Parameter Geschlecht, Alter, Karieserfahrung, Anamnese, Zahngruppe, Ober-/Unterkiefer, Trockenlegung, Fluoridierung und Versiegelungsmaterial nahmen in der vorliegenden Studie keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Versiegelungen. Eine signifikant höhere mittlere Überlebensdauer ($p=0,0025$) ergab sich allerdings für Zähne, die vor der Applikation gereinigt wurden (30,3 Monaten), im Vergleich zu Zähnen, die nicht gereinigt wurden bzw. keine Reinigung dokumentiert war (28,4 Monate). Die untersuchten Fissurenversiegelungen wurden von 1 bis 20 Mal im erfassten Zeitraum nachkontrolliert, im Durchschnitt lag der Wert bei 2,9 Nachkontrollen. Für Versiegelungen, die im Beobachtungszeitraum mehr als drei Mal nachuntersucht wurden (32,0 Monate), ergab sich ebenfalls eine signifikant höhere mittlere Überlebensdauer ($p<0,0001$), im Vergleich zu Versiegelungen, welche nur bis zu drei Mal nachkontrolliert wurden (26,2 Monate). Der Unterschied in der Überlebensdauer zwischen den verschiedenen Behandlergruppen Klinikzahnarzt, Praxiszahnarzt und Student verhielt sich dagegen statistisch nicht signifikant ($p>0,05$).

Schlussfolgerung: Diese Arbeit bestätigt, dass Faktoren wie eine vor Applikation durchgeführte Reinigung der Fissuren und Grübchen und regelmäßige Nachkontrollen den langfristigen Erfolg von Versiegelungen signifikant beeinflussen können. Der Faktor Behandler (Klinikzahnarzt, Praxiszahnarzt oder Student) verhielt sich in der vorliegenden Studie ohne signifikanten Einfluss auf die Überlebensdauer der Versiegelungen. Die Versiegelungstherapie der Zahnartpraxis unterscheidet sich in ihrer Wirksamkeit nicht von der klinischen Durchführung und auch Behandler mit geringer Erfahrung wie Studenten sind in der Lage, vergleichbare Ergebnisse wie routinierte Zahnärzte zu erzielen.

7.3. Summary

Introduction: The aim of this study was to examine retrospectively various parameters that influence the survival probability of fissure sealants, as well as a comparison between the operator groups dentists in a dental clinic, dentists in a private practice and students of dentistry. Only a few studies deal with the examination of differences in the quality between different operator groups, in particular concerning students treatment. In addition, this study presented the first evaluation of the pit and fissure sealants at the dental clinic of the University of Marburg as an internal quality assessment, as well as the assessment of the university teaching concept, to offer pit and fissure sealants in practical student courses in the last year of education.

Method: Using medical files, data from children and adolescents between the age of 5 and 17, who had been treated with a classical fissure sealant on the first or second permanent molar in the period from 2010 to 2012 in the department of pediatric dentistry at the dental clinic of the Philipps University of Marburg and in a nearby dental private practice (Dr. Boris Jablonski, Lollar), were surveyed. Various parameters, which could influence the success or failure of sealants, were recorded. The survival probability was analyzed using the Kaplan-Meier estimator. The log rank test was applied for group comparisons. The significance level was set to $\alpha=0.05$. Teeth without changes concerning the sealants during the observation period were recorded as a "success". Teeth with a change in terms of a new sealant, an extended fissure sealant or a filling were recorded as a "failure".

Results: Data were collected from 335 patients with a total number of 997 teeth. On average each patient had 3.0 sealants. 68 patients (191 teeth) were treated by dentists in a dental clinic, 236 patients (726 teeth) by dentists in a private practice and 31 patients (80 teeth) by students of dentistry. The mean observation period was 14.4 months (0.2-35.0 months, standard deviation: 8.6). At the end 862 (86.5%) sealants remained without any changes. The sealants of 91 (9.1%) teeth were renewed, an extended fissure sealant was performed on 14 (1.4%) teeth, 30 (3.0%) teeth received a filling. An average survival time of 29.4 months (95% confidence interval: 28.6-30.2) was determined for all pit and fissure sealants. For an age range of 5.6 to 17.9 years, the average age at the beginning of the treatment was 11.1 years. The mean dmf-t was 1.18, the DMF-T was 0.90. The examined

parameters gender, age, dmf-t/DMF-T, anamnesis, tooth group, maxilla/mandibula, type of drying, fluoridation and material did not significantly influence the survival of the sealants. A significantly higher mean survival period ($p=0.0025$) was exhibited for teeth that had been treated with a fissure sealant after cleaning the tooth surface (30.3 months), compared to teeth which were not cleaned or no cleaning was documented (28.4 months). The fissure sealants were examined 1 to 20 times during the observation period, on average the value was 2.9 recalls. For sealants that had been examined more than three times (32.0 months) the mean survival time was significantly higher ($p<0.0001$), compared to sealants that were only controlled up to three times (26.2 months). The difference in the duration of survival between the various operator groups (dentists dental clinic, dentists private practice, students) was not statistically significant ($p>0.05$).

Conclusion: This study shows that cleaning the tooth surfaces before placement of fissure sealants and the number of recalls can significantly influence the survival rate of fissure sealants of permanent teeth. The operator (dentists dental clinic, dentists private practice, students) had no significant influence on the success of the sealants. The sealants of the dental private practice do not differ from the clinical implementation in its efficacy. And operators with low practical knowledge like students are able to achieve comparable results as experienced dentists.

8. Literaturverzeichnis

Adair SM: The role of sealants in caries prevention programs. J Calif Dent Assoc 31, 221-227 (2003)

Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Worthington H, Mäkelä M: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev 3, CD001830 (2004)

Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Makela M, Worthington HV: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev 4, CD001830 (2008)

Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. Syst Rev 3, CD001830 (2013)

Albani F, Ballesio I, Campanella V, Marzo G: Pit and fissure sealants: results at five and ten years. Eur J Paediatr Dent 6, 61-65 (2005)

van Amerongen JP, van Amerongen WE, Watson TF, Opdam NJM, Roesters FJM, Bittermann D, Kidd EMM: Restoring the tooth: 'the seal is the deal'. In: Fejerskov O, Kidd EAM, Nyvad B et al. (Hrsg.): Dental Caries The Disease and its Clinical Management 2nd Edition. Oxford, 385-426 (2008)

Ansari G, Oloomi K, Eslami B: Microleakage assessment of pit and fissure sealant with and without the use of pumice prophylaxis. Int J Paediatr Dent 14, 272-278 (2004)

Araujo AM, Naspitz GM, Chelotti A, Cai S: Effect of Cervitec on mutans streptococci in plaque and on caries formation on occlusal fissures of erupting permanent molars. Caries Res 36, 373-376 (2002)

Avinash J, Marya CM, Dhingra S, Gupta P, Kataria S, Meenu, Bhatia HP: Pit and Fissure Sealants: An Unused Caries Prevention Tool. Journal of Oral Health and Community Dentistry 4, 1-6 (2010)

Babu G, Mallikarjun S, Wilson B, Premkumar C: Pit and fissure sealants in pediatric dentistry. SRM J Res Dent Sci 5, 253-257 (2014)

Barrie AM, Stephen KW, Kay EJ: Fissure sealant retention: A comparison of three sealant types under field conditions. Community Dent Health 7, 273-277 (1990)

Barroso JM, Lessa FC, Palma Dibb RG, Torres CP, Pecora J, Borsatto MC: Shear bond strength of pit and fissure sealants to saliva contaminated and non-contaminated enamel. J Dent Child 72, 95-99 (2005)

Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, Ismail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R: Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 139, 257–268 (2008)

Beirut N, Frencken JE, van't Hof MA, van Palenstein Helderman WH: Caries preventive effect of resin-based and glass ionomer sealants over time: a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol* 34, 403-409 (2006)

Blackwood JA, Dilley DC, Roberts MW, Swift EJ Jr: Evaluation of pumice, fissure enameloplasty and air abrasion on sealant microleakage. *Pediatr Dent* 24, 199-206 (2002)

Bohannon HM: Caries distribution and the case for sealants. *J Public Health Dent* 43, 200-204 (1983)

Bowen RL: Crystalline dimethacrylate monomers. *J Dent Res* 49, 810-815 (1970)

Bratthall D, Hänsel Petersson G, Sundberg H: Reasons for the caries decline: what do the experts believe? *Eur J Oral Sci* 104, 416–22 (1996)

Brauckhoff G, Kocher T, Holtfreter B, Bernhardt O, Splieth C, Biffar R: Mundgesundheit, Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin (2009)

Bravo M, Osorio E, García-Anilo I, Llodra JC, Baca P: The influence of dft index on sealant success: A 48-month survival analysis. *J Dent Res* 75, 768-774 (1996)

Brockmann SL, Scott RL, Eick JD: The effect of an air-polishing device on tensile bond strength of a dental sealant. *Quintessence Int* 20, 211-217 (1989)

Brown LJ, Kaste LM, Selwitz RH, Furman LJ: Dental caries and sealant usage in U.S. children, 1988-1991: selected findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *J Am Dent Assoc* 127, 335-343 (1996)

Buchalla W: Multitalent Speichel: Bekanntes und Neues zu Zusammensetzung und Funktion. *Dtsch Zahnärztl Z* 67, 438–446 (2012)

Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen: Richtlinien Individual-prophylaxe des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen über Maßnahmen zur Verhütung von Zahnerkrankungen- Richtlinien Stand: 1. Januar 2004. www.g-ba.de/downloads/62-492-10/2003-06-04_IP-RL.pdf (2012)

Bundeszahnärztekammer: Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) Kommentar der Bundeszahnärztekammer in Zusammenarbeit mit den (Landes-) Zahnärztekammern. www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/goz/nov/goz-kommentar-bzaek.pdf (2013)

- Buonocore MG:** A Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34, 849-853 (1955)
- Carlos JP, Gittelsohn AM:** Longitudinal studies of the natural history of caries. A life-table study of caries incidence in the permanent teeth. *Arch Oral Biol* 10, 739-751 (1965)
- Carpenter GH:** The secretion, components, and properties of saliva. *Annu Rev Food Sci Technol* 4, 267-276 (2013)
- Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A:** Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res* 68, 773-779 (1989)
- Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A:** Results after 1 year of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 19, 23-28 (1991)
- Carvalho JC, Thylstrup A, Ekstrand KR:** Results after 3 years of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 20, 187-192 (1992)
- Chestnutt IG, Scharfer F, Jacobson AP, Stephen KW:** The prevalence and effectiveness of fissure sealants in Scottish adolescents. *Br Dent J* 177, 125-129 (1994)
- Christensen GJ:** Fluoride made it: why haven't sealants? *JADA* 123, 89-90 (1992)
- Cooper TM:** Four-handed dentistry in the team practice of dentistry. *Dent Clin North Am* 18, 739-753 (1974)
- Council on Dental Research:** Cost-effectiveness of sealant in private practice and standards for use in prepaid dental care. *J Am Dent Assoc* 110, 103-107 (1985)
- Cueto EI, Buonocore MG:** Sealing of pits and fissures with an adhesive resin. Its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 75, 121-128 (1967)
- Deery C, Fyffe HE, Nugent Z, Nuttall NM, Pitts NB:** Integrity, maintenance and caries susceptibility of sealed surfaces in adolescents receiving regular care from general dental practitioners in Scotland. *Int J Pediatr Dent* 7, 75-80 (1997)
- Dennison JB, Straffon LH, More FG:** Evaluating tooth eruption on sealant efficacy. *JADA* 121, 610-614 (1990)
- Donnan MF, Ball IA:** A double-blind clinical trial to determine the importance of pumice prophylaxis on fissure sealant retention. *Br Dent J* 165, 283-286 (1988)
- Eccles MFW:** The problem of occlusal caries and its current management. *N Z Dent J* 85, 50-55 (1989)

- Eidelman E, Fuks AB, Chosack A:** The retention of fissure sealants: rubber dam or cotton rolls in a private practice. *ASDC J Dent Child* 50, 259-261(1983)
- Ekstrand KR, Christiansen MEC:** Outcome of a non-operative caries treatment programme for children and adolescents. *Caries Res* 39, 455-467 (2005)
- Feigal RJ, Hitt J, Splieth C:** Retaining sealant on salivary contaminated enamel. *J Am Dent Assoc* 124, 88-97 (1993)
- Feigal RJ:** Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement. *Pediatr Dent* 20, 85-92 (1998)
- Fejerskov O, Kidd EAM, Nyvad B, Baelum V:** Defining the disease: an introduction. In: Fejerskov O et al. (Hrsg.): *Dental Caries The Disease and its Clinical Management* 2nd Edition. Oxford, 3-6 (2008)
- Folke BD, Walton JL, Feigal RJ:** Occlusal Sealant Success Over Ten Years in a Private Practice: Comparing Longevity of Sealants Placed by Dentists, Hygienists, and Assistants. *Paediatr Dent* 26, 426-432 (2004)
- Foreman FJ, Matis BA:** Sealant retention rates of dental hygienists and dental technicians using differing training protocols. *Pediatr Dent* 14, 189-190 (1992)
- Galloway J, Gorham J, Lambert M, Derek R, Russell D, Russell I, Welshman J:** The professionals complementary to dentistry: systematic review and synthesis. <http://www.crd.york.ac.uk/CRDWeb/ShowRecord.asp?ID=12003008507> (2003)
- Gängler P, Arnold WH:** Struktur und Funktion des Gebisses und der Mundhöhle. In: Gängler P, Hoffmann T, Willershausen B et al. (Hrsg.): *Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie* 2. Auflage. Stuttgart, 13-59 (2005)
- Ganss C, Klimek J, Gleim A:** One year clinical evaluation of the retention and quality of two fluoride releasing sealants. *Clin Oral Invest* 4, 188-193 (1999)
- Geurtsen W, Hellwig E, Klimek J:** Grundlegende Empfehlungen zur Kariesprophylaxe im bleibenden Gebiss. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 68, 639-646 (2013)
- Gillcrist JA, Vaughan MP, Plumlee GN, Wade G:** Clinical sealant retention following two different tooth-cleaning techniques. *J Public Health Dent* 58, 254-256 (1998)
- Glass RL:** The first International Conference on the Declining Prevalence of Dental Caries. *J Dent Res* 51, 1301-1383 (1982)

- Goddon I, Berger S, Senkel H, Tietze W, Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R:** Klinisches Erscheinungsbild erster bleibender Molaren bei 8- bis 12-jährigen Kindern. Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde 29, 118-123 (2007)
- Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, Syed SA:** The viability of micro-organisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant. J Am Dent Assoc 97, 455-462 (1978)
- Goršeta K:** Fissure Sealing in Occlusal Caries Prevention. In: Prof. Mandeep Viridi (Hrsg.): Emerging Trends in Oral Health Sciences and Dentistry. <http://www.intechopen.com/books/emerging-trends-in-oral-health-sciences-and-dentistry/fissure-sealing-in-occlusal-caries-prevention> (2015)
- Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF:** The effectiveness of sealants in managing caries lesions. J Dent Res 87, 169-174 (2008)
- Handelman SL, Buonocore MG, Heseck DJ:** A preliminary report of the effect of fissure sealant on bacteria in dental caries. J Prosthet Dent 27, 390-392 (1972)
- Handelman SL, Buonocore MG, Schoute PC:** Progress report on the effect of a fissure sealant on bacteria in dental caries. J Am Dent Assoc 87, 1189-1191 (1973)
- Handelman SL, Washburn F, Wopperer P:** Two-year report of sealant effect on bacteria in dental caries. J Am Dent Assoc 93, 967-970 (1976)
- Handelman SL, Leverett DH, Solomon ES, Brenner CM:** Use of adhesive sealants over occlusal carious lesions: radiographic evaluation. Community Dent Oral Epidemiol 9, 256-259 (1981)
- Handelman SL, Leverett DH, Iker HP:** Longitudinal radiographic evaluation of the progress of caries under sealants. J Pedodont 9, 119-125 (1985)
- Handelman SL, Leverett DH, Espeland MA, Curzon JA:** Clinical radiographic evaluation of sealed carious and sound tooth surfaces. J Am Dent Assoc 113, 751-754 (1986)
- Handelman SL:** Therapeutic use of sealants for incipient or early carious lesions in children and young adults. Proc Finn Dent Soc 87, 463-475 (1991)
- Handelman SL, Shey Z:** Michael Buonocore and the Eastman Dental Center: A Historic Perspective on Sealants. J Dent Res 75, 529 (1996)
- Hannigan A, O'Mullane DM, Barry D, Schäfer F, Roberts AJ:** A caries susceptibility classification of tooth surfaces by survival time. Caries Res 34, 103-108 (2000)
- Harris NO, Garcia-Godoy F:** Primary preventive dentistry 5th Edition. Asimon and Schuster Company, London (1999)

- Hassall D, Mellor A:** The sealant restoration: indications, success and clinical technique. Br Dent J 191, 358-362 (2001)
- Haugejorden O, Birkeland JM:** Evidence for reversal of the caries decline among Norwegian children. Int J Paediatr Dent 12, 305-15 (2002)
- Heinrich-Weltzien R, Kneist S, Fischer T:** Ist eine effektive Kariesprävention ohne Fissurenversiegelungen möglich? Quintessenz 49, 1099-1108 (1998)
- Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Senkel H, Stösser L:** Welchen Beitrag leistet die Fissurenversiegelung zur Zahngesundheit? Oralprophylaxe 20, 146-154 (1998)
- Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J:** Häufigkeit und Qualität der Fissurenversiegelung bei 8- und 14jährigen. Prophylaxe Impuls 1, 6-14 (1999)
- Hellwig E, Klimek J, Attin T:** Kariesprophylaxe. In: Hellwig E et al. (Hrsg.): Einführung in die Zahnerhaltung 5. Auflage. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln, 112/143/144-146/149 (2010)
- Hellwig E, Altenburger M:** Paradigmenwechsel in der Zahnerhaltung: Von einer mechanistischen zu einer präventionsorientierten Sichtweise. Bundesgesundheitsbl 54, 1015-1021 (2011)
- Heyduck C, Meller C, Schwahn C, Splieth CH:** Effectiveness of sealants in adolescents with high and low caries experience. Caries Res 40, 375-381 (2006)
- Hickel R, Kühnisch J:** Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ), der deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde (DGZMK): Fissuren- und Grübchenversiegelung. DZZ 62 (2007)
- Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjor I, Bayne S, Peters M:** FDI World Dental Federation -clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations. Update and clinical examples. J Adhes Dent 12, 259-272 (2010)
- Hiiri A, Ahovuo-Saloranta A, Nordblad A, Mäkelä M:** Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev 18, CD003067 (2006)
- Irinoda Y, Matsumura Y, Kito H, Nakano T, Toyama T, Nakagaki H, Tsuchiya T:** Effect of sealant viscosity on the penetration of resin into etched human enamel. Oper Dent 25, 274-282 (2002)
- Irmisch B:** Kariesprophylaxe mittels Fissurenversiegelung. Dtsch Zahnärztl Z 11, 790-793 (1992)
- Irmisch B, Rösler I, Range U:** Häufigkeit und Retention von Fissurenversiegelungen – eine Querschnittsstudie. Dtsch Zahnärztl Z 52, 190-192 (1997)

- Irmisch B:** Fissurenversiegelung zur Kariesverhütung. DZ 4, 10-14 (2003)
- Ismail AI, Gagnon P:** A longitudinal evaluation of fissure sealants applied in dental practices. J Dent Res 74, 1583-1590 (1995)
- Jablonski-Momeni A, Lange J, Schmidt-Schäfer S, Petrakakis P, Heinzel-Gutenbrunner M, Pieper K:** Zahngesundheit bei 12-Jährigen unter Einbeziehung von Initiailläsionen und Dentinkaries. Gesundheitswesen 76, 103-107 (2014)
- Jensen OE, Handelman SL:** Effect of an autopolymerizing sealant on viability of microflora in occlusal dental caries. Scand J Dent Res 88, 382-388 (1980)
- Jeronimus DJ, Till MJ, Sveen OB:** Reduced viability of microorganisms under dental sealants. J Dent Child 42, 275-280 (1975)
- Jokovic A, Locker D:** Evidence-based recommendations for the use of pit and fissure sealants in Ontario's public dental health programs. Quality Assurance Report No. 21, Community Dental Health Services Research Unit, University of Toronto (2001)
- Jordan AR, Micheelis W:** Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) – Kurzfassung. Institut der Deutschen Zahnärzte im Auftrag von Bundes-zahnärztekammer und Kassenzahnärztlicher Bundesvereinigung. 1. Auflage, Berlin/Köln (2016)
- Kaplan EL, Meier P:** Nonparametric estimation from incomplete observations. J Amer Statist Ass 53, 457-481 (1958)
- Karlzen-Reuterving G, Van Dijken JW:** A three-year follow-up of glass ionomer cement and resin fissure sealants. ASDC J Dent Child 62, 108-110 (1995)
- Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung:** Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen gemäß § 87 Abs. 2 und 2d SGB V. www.kzbv.de (2012)
- Kaste LM, Selwitz RH, Oldakowski RJ, Brunelle JA, Winn DM, Brown LJ:** Coronal caries in the primary and permanent dentition of children and adolescents 1-17 years of age: United States, 1988-1991. J Dent Res 75, 631-41 (1996)
- Kervanto-Seppälä S, Lavonius E, Pietilä I, Pitkaniemi J, Meurman J, Kerosuo E:** Comparing the caries-preventive effect of two fissure sealing modalities in public health care: a single application of glass ionomer and a routine resin-based sealant programme: a randomized split-mouth clinical trial. Int J Paediatr Dent 18, 56-61 (2008)
- King JB, Crawford JJ, Lindahl RL:** Indirect pulp capping: A bacteriologic study of deep carious dentin in human teeth. Oral Surg 20, 663-671 (1965)

Klein H, Palmer CE: Studies on dental caries. VII. Sex differences in dental caries experience of elementary schoolchildren. Public Health Rep 53, 1685–1690 (1938)

Kramer PF, Zelante F, Simionato MR: The immediate and long-term effects of invasive and non-invasive pit and fissure sealing techniques on the microflora in occlusal fissures of human teeth. Pediatr Dent 15, 108-112 (1993)

Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Senkel H, Clasen AB, Stösser L: Dental health and caries topography in 8-yr-old German and immigrant children. Eur J Paediatr Dent 2, 191-196 (2001)

Kühnisch J, Senkel H, Heinrich-Weltzien R: Vergleichende Untersuchung zur Zahngesundheit von deutschen und ausländischen 8- bis 10-Jährigen des westfälischen Ennepe-Ruhr-Kreises. Gesundheitswesen 65, 96-101 (2003)

Kühnisch J, Berger S, Goddon I, Senkel H, Pitts N, Heinrich-Weltzien R: Occlusal caries detection in permanent molars according to WHO basic methods, ICDAS II and laser fluorescence measurements. Community Dent Oral Epidemiol 36, 475–484 (2008)

Kühnisch J, Reichl FX, Hickel R, Heinrich-Weltzien R: Leitlinie Fissuren- und Grübchenversiegelung. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, AWMF Register Nr. 083/002 (2010)

Kühnisch J, Mansmann U, Heinrich-Weltzien, Hickel R: Longevity of materials for pit and fissure sealing-Results from a meta-analysis. Dent Mater 28, 298-303 (2012)

Künzel W: Caries Decline in Deutschland. Hüthig, Heidelberg (1997)

Künzel W, Fischer T, Lorenz R, Brühmann S: Decline of caries prevalence after the cessation of water fluoridation in the former East Germany. Community Dent Oral Epidemiol 28, 382–389 (2000)

Laurisch L: Individualprophylaxe 3. Auflage. Köln (2010)

Lavonius E, Kerosuo E, Kervanto-Seppälä S, Halttungen N, Vilkkuna T, Pietilä I: A 13-year follow-up of a comprehensive progra, of fissure sealing and resealing in Varkaus, Finland. Acta Odontol Scand 60, 174-179 (2002)

Leake JL, Main PA, Woodward GL: Developing evidence-based programme guidelines for children's dental care in a dental public health unit in Ontario, Canada. Community Dent Health 14, 11-17 (1997)

Lehmann KM, Hellwig E: Ätiologie und Prophylaxe der Erkrankungen des Zahnhalteapparates und der Zahnhartsubstanz. In: Lehmann et al. (Hrsg.): Zahnärztliche Propädeutik 10. Auflage. Urban und Fischer Verlag, München, 83/86/104/116/117 (2005)

Lehmann KM, Hellwig E, Wenz HJ: Prophylaxe der Erkrankungen der Zahnhartsubstanz und des Zahnhalteapparates. In: Lehmann et al. (Hrsg.): Zahnärztliche Propädeutik Einführung in die Zahnheilkunde 12. Auflage. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln, 129-144 (2012)

Lesser D: An Overview of Dental Sealants. http://www.rosenbergfamilydentistry.com/wp-content/themes/rosenberg/docs/sup_sealant.pdf (2001)

Leverett DH, Handelman SL, Brenner CM, Iker HP: Use of sealants in the prevention and early treatment of carious lesions: cost analysis. J Am Dent Assoc 106, 39-42 (1983)

Li SH, Kingman A, Forthofer R, Swango P: Comparison of tooth surface-specific dental caries attack patterns in US schoolchildren from two national surveys. J Dent Res 72, 1398–1405 (1993)

Llodra JC, Bravo M, Delgado-Rodriguez M, Baca P, Galvez R: Factors influencing the effectiveness of sealants – a meta-analysis. Community Dent Oral Epidemiol 21, 261-268 (1993)

Locker D, Jokovic A, Kay EJ: Prevention. Part 8: The use of pit and fissure sealants in preventing caries in the permanent dentition of children. British dental journal 195, 375-378 (2003)

Longbottom C, Ekstrand K, Zero D: Traditional preventive treatment options. Monogr Oral 21, 149–155 (2009)

Lygidakis NA, Oulis KI, Christodoulidis A: Evaluation of fissure sealants retention following four different isolation and surface preparation techniques: four years clinical trial. J Clin Pediatr Dent 19, 23-25 (1994)

Manton DJ, Messer LB: Pit and fissure sealants: another major cornerstone in preventive dentistry. Aust Dent J 40, 22-29 (1995)

Marthaler TM, O'Mullane DM, Vrbic V: The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995. Caries Res 30, 237-255 (1996)

Marthaler TM: Changes in dental caries 1953–2003. Caries Res 38, 173–181 (2004)

McComb D, Tam LE: Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods. J Can Dent Assoc 67, 454-457 (2001)

McConnachie I: The preventive resin restoration: A conservative alternative. J Can Dent Assoc 58, 197-200 (1992)

- Mejahre I, Källestal C, Stenlund H, Johansson H:** Caries development from 11 to 22 years of age: a prospective radiographic study. *Caries Res* 32, 10-16 (1998)
- Mejahre I, Lingström P, Petersson LG, Holm AK, Twetman S, Källestal C, Nordenra G, Lagerlöf F, Söder B, Norlund A, Axelsson S, Dahlgren H:** Caries-preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odontol Scand* 61, 321-330 (2003)
- Merte K, Rößler C, Arnold A, Wirth-Flynn M:** Kariesrisiko und Fissurenversiegelung. *Dtsch Zahnärztl Z* 50, 649-652 (1995)
- Mertz-Fairhurst EJ, Schuster GS, Williams JE, Fairhurst JE:** Clinical progress of sealed and unsealed caries. Part I. Depth changes and bacterial counts. *J Prosthet Dent* 42, 521-526 (1979)
- Mertz-Fairhurst EJ, Schuster GS, Fairhurst CW:** Arresting caries by sealants: results of a clinical study. *J Am Dent Assoc* 112, 194-197 (1986)
- Micheelis W, Schiffner U:** Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS VI). Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln (2006)
- Momeni A, Hartmann T, Born C, Heinzl-Gutenbrunner M, Pieper K:** Association of caries experience in adolescents with different preventive measures. *Int J Public Health* 52, 393-401 (2007)
- Morphis TL, Toumba KJ, Lygidakis NA:** Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent* 10, 90-98 (2000)
- Nalçacı A, Ulusoy N, Küçükeşmen C:** Effect of LED curing modes on the microleakage of a pit and fissure sealant. *Am J Dent* 20, 255-258 (2007)
- Neusser S, Krauth C, Hussein R, Bitzer EM:** Molarenversiegelung als Kariesprophylaxe bei Kindern und Jugendlichen mit hohem Kariesrisiko, HTA-Bericht 132. Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), Köln (2014)
- Nilchian F, Rodd HD, Robinson PG:** The success of fissure sealants placed by dentist and dental care professionals. *Comm Dent Health* 28, 99-103 (2011)
- Ooi CL, Tan GC:** A two-year study on the retention of pit and fissure sealants applied by different dental operators. *Singapore Dental J* 11, 15-17 (1986)
- Oong EM, Griffin SO, Kohn WG, Gooch BF, Caufield PW:** The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: a review of the evidence. *J Am Dent Assoc* 139, 271-278 (2008)
- Pearce E, Larsen M, Coote G:** Fluoride in enamel lining pits and fissures of the occlusal groove-fossa system in human molar teeth. *Caries Res* 33, 196-205 (1999)

Pieper K, Schulte AG: The decline in dental caries among 12-year-old children in Germany between 1994 and 2000. *Community Dent Health* 21, 199-206 (2004)

Pieper K, Momeni A: Grundlagen der Kariesprophylaxe bei Kindern. *Dtsch Arztebl* 103, 1003-1009 (2006)

Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009. Gutachten. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e.V. (DAJ), Bonn (2010)

Pieper K, Weber K, Margraf-Stiksrud J, Heinzel-Gutenbrunner M, Stein S, Jablonski-Momeni A: Evaluation of a preventive program aiming at children with increased caries risk using ICDAS II criteria. *Clin Oral Invest* 17, 2049-2055 (2013)

Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch. DeGruyter, Berlin/New York (1994)

Raadal M, Espelid I: Caries prevalence in primary teeth as a predictor of early fissure caries in permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 20, 30-34 (1992)

Raadal M, Espelid I, Mejare I: The caries lesion and its management in children and adolescents. In: Koch G, Poulsen S (Hrsg.): *Pediatric Dentistry: a clinical approach*. Munksgaard, Copenhagen, 173-212 (2001)

Richardson PS, McIntyre IG: Susceptibility of tooth surfaces to caries attack in young adults. *Community Dent Health* 13, 163-168 (1996)

Riethe P: Langzeiterfahrungen mit kariesprophylaktischer Versiegelung. *Dtsch Zahnärztl Z* 43, 253-262 (1988)

Ripa LW: Occlusal sealing: rationale of the technique and historical review. *J Am Soc Prev Dent* 3, 32-39 (1973)

Ripa LW: Occlusal sealants: Rationale and review of clinical trials. *Int Dent J* 30, 127-139 (1980)

Ripa LW: The current status of pit and fissure sealants. A review. *J Can Dent Assoc* 51, 367-80 (1985)

Ripa LW, Leske GS, Sposato A: The surface-specific caries pattern of participants in a school-based fluoride mouthrinsing program with implications for the use of sealants. *J Public Health Dent* 45, 90-94 (1985)

Ripa LW, Leske GS, Varma AO: Longitudinal study of the caries susceptibility of occlusal and proximal surfaces of first permanent molars. *J Public Health Dent* 48, 8-13 (1988)

- Ripa LW:** Has the decline in caries prevalence reduced the need for fissure sealants in the UK? A review. *J Paediatr Dent* 6, 79-84 (1990)
- Ripa LW:** The current status of pit and fissure sealants. A review. *J Can Dent Assoc* 5, 367-379 (1993a)
- Ripa LW:** Sealants revisited: An update of the effectiveness of pit and fissure sealants. *Caries Res* 27, 77-82 (1993b)
- Robinson GE, Wuehrmann AH, Sinnett GM, McDevitt EJ:** Fourhanded dentistry: the whys and wherefores. *JADA* 77, 573-579 (1968)
- Rock WP, Anderson RJ:** A review of published fissure sealant trials using multiple regression analysis. *J Dent* 10, 39-43 (1982)
- Rohr M, Makinson OF, Burrow MF:** Pits and fissures: morphology. *J Dent Child* 58, 97-103 (1991)
- Romcke RG, Lewis DW, Maze BD, Vickerson RA:** Retention and maintenance of fissure sealants over ten years. *J Can Dent Assoc* 56, 235-237 (1990)
- Rozier RG:** The impact of recent changes in the epidemiology of dental caries on guidelines for the use of dental sealants: epidemiologic perspectives. *J Public Health Dent* 55, 292-301 (1995)
- Salar DV, Garcia-Godoy F, Flaitz CM, Hicks MJ:** Potential inhibition of demineralization in vitro by fluoride-releasing sealants. *J Am Dent Assoc* 138, 502-506 (2007)
- Schulte A, Rossbach R, Tramini P:** Association of caries experience in 12-year-old children in Heidelberg, Germany, and Montpellier, France, with different preventive measures. *Community Dent Oral Epidemiol* 29, 354-61 (2001)
- Schulte A, Momeni A, Pieper K:** Caries prevalence in 12- year-old children from Germany. Results of the 2004 national survey. *Community Dent Health* 23, 197-202 (2006)
- Scott L, Greer D:** The effect of an air polishing device on sealant bond strength. *J Prosthet Dent* 58, 384-387 (1987)
- Scott L, Brockmann S, Houston G, Tira D:** Retention of dental sealants following the use of airpolishing and traditional cleaning. *Dent Hyg Chic* 62, 402-406 (1998)
- Shapira J, Eidelman E:** Six-year clinical evaluation of fissure sealants placed after mechanical preparation: a matched pair study. *Pediatr Dent* 8, 204-205 (1986)
- Shapira J:** Pit and fissure sealants: a practical review. *Israel J Dent Sci* 2, 226-233 (1991)

da Silva Tagliaferro EP, Pardi V, Ambrosano GMB, de Castro Meneghim M, da Silva SRC, Pereira AC: Occlusal caries prevention in high and low risk schoolchildren. A clinical trial. American journal of dentistry 24, 109-114 (2011)

Silverstone LM: State of the art on sealant research and priorities for further research. J Dent Educ 48, 107-118 (1984)

Simonsen RJ: Retention and effectiveness of a single application of white sealant after 10 years. J Am Dent Assoc 115, 31-36 (1987)

Simonsen RJ: Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. J Am Dent Assoc 122, 34-42 (1991)

Simonsen RJ: Pit and fissure sealant: review of the literature. Pediatr Dent 24, 393-414 (2002)

Simonsen RJ, Neal RC: A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. Aust Dent J 56, 45-58 (2011)

Sol E, Espasa E, Boj JR, Canalda C: Effect of different prophylaxis methods on sealant adhesion. J Clin Pediatr Dent 24, 211-214 (2000)

Sozialgesetzbuch Fünftes Buch: – Gesetzliche Krankenversicherung – Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477, das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 21. Juli 2012 (BGBl. I S. 1613) geändert worden ist. Stand: Zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 21.7.2012 I 1613. § 22 Abs. 3. www.juris.de (2012)

Splieth CH, Ekstrand KR, Alkilzy M, Clarkson J, Meyer-Lueckel H, Martignon S, Paris S, Pitts NB, Ricketts DN, van Loveren C: Sealants in Dentistry: Outcomes of the ORCA Saturday Afternoon Symposium 2007. Caries Res 44, 3-13 (2010)

Stecksen-Blicks C, Sunnegardh K, Borssen E: Caries experience and background factors in 4-year-old children: time trends 1967-2002. Caries Res 38, 149-155 (2004)

Straffon L, Dennison J, More F: Three-year evaluation of sealant: effect of isolation on efficacy. Journal of the American Dental Association 110, 714-717 (1985)

Trummler A, Trummler H: Fissurenversiegelung. Schweiz Monatsschr Zahnmed 100, 61-64 (1990)

Vehkalahti MM, Solavaara L, Rytömaa I: An eight-year follow-up of the occlusal surfaces of the first permanent molars. J Dent Res 70, 1064-1067 (1991)

Verband der Privaten Krankenversicherungen: Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) mit Gebührenverzeichnis und Liquidationsvordruck für zahnärztliche Leistungen. www.pkv.de/recht/rechtsquellen/die_gebuehrenordnung_fuer_zahnaerzte_goz.pdf (2013)

Waggoner WF, Siegal M: Pit and fissure sealant application: updating the technique. J Am Dent Assoc 127, 351-361 (1996)

Wagner M, Lutz F, Menghini GD, Helfenstein U: An empirical report on fissure sealing in private practice with a duration of up to 10 years. Schweiz Monatsschr Zahnmed 104, 156-159 (1994)

Walker J, Floyd K, Jakobsen J, Pinkham JR: The effectiveness of preventive resin restorations in pediatric patients. ASDC J Dent Child 63, 338-340 (1996)

Weintraub JA, Burt BA: Prevention of dental caries by the use of pit-and-fissure sealants. Journal of public health policy 8, 542-560 (1987)

Weintraub JA: Pit and fissure sealants in high-caries-risk individuals. Journal of dental education 65, 1084-1090 (2001)

Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA: EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. Eur J Paediatr Dent 5, 179-184 (2004)

Wendt LK, Koch G, Birkhed D: On the retention and effectiveness of fissure sealant in permanent molars after 15-20 years: a cohort study. Community dent Oral Epidemiol 29, 302-307 (2001a)

Wendt LK, Koch G, Birkhed D: Longterm evaluation of a fissure sealing programme in Public Dental Service clinics in Sweden. Swed Dent J 25, 61-65 (2001b)

West NG, Ilief-Ala MA, Douglass JM, Hagadorn JI: Factors associated with sealant outcome in 2 pediatric dental clinics: a multivariate hierarchical analysis. Pediatr Dent 33, 333-337 (2011)

Wood AJ, Saravia ME, Farrington FH: Cotton roll isolation versus Vac-Ejector isolation. J Dent Child 56, 438-441 (1989)

World Health Organization: Oral Health Surveys: Basic Methods 3rd Edition. Geneva (1987).

World Health Organization: Ziele zur „Gesundheit für alle“. Die Gesundheitspolitik für Europa. Europäische Schriftenreihe „Gesundheit für alle“ 4 (1993)

World Health Organization: Oral Health Surveys: Basic methods 4th Edition. Geneva (1997)

Wright GZ, Friedman CS, Plotzke O, Feasby WH: A comparison between autopolymerizing and visible-light-activated sealants. Clin Prev Dent 10, 14-17 (1988)

Zero DT: How the introduction of the acid-etch technique revolutionized dental practice. The Journal of the American Dental Association 144, 990-994 (2013)

Ziegler A, Lange S, Bender R: Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode. Artikel Nr. 15 der Statistik-Serie in der DMW (2007)

Ziller S, Micheelis W, Oesterreich D, Reich E: Goals for oral health in Germany 2020. Int Dent J 56, 29-32 (2006)

Zimmer S, Lieding L: Gewohnheiten und Kenntnisse zur Mundhygiene in Deutschland – Ergebnisse einer bevölkerungsrepräsentativen Befragung. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 69, 584-593 (2014)

9. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer im Fachbereich Medizin waren die Damen und Herren der Philipps-Universität Marburg:

Adamkiewicz, Althaus, Arweiler, Ausschill, Bette, Braun, Bremmer, Cetin, Chatterjee, Czubayko, Daut, del Rey, Draenert, Ehlenz, Feuser, Fendrich, Fischer, Frankenberger, Gente, Gloerfeld, Gockel, Gubitz, Gubitz, Heimer, Hellak, Hellak, Hilt, Himpel, Höffken, Huster, Jablonski-Momeni, Kandilciyan, Kanngießner, Khatib, Kinscherf, Klein, Koch, Korbmacher-Steiner, Krech, Kretschmer, Lamp, Leubecher, Lill, Lohoff, Lotzmann, Maier, Mandic, Mandrek, Mengel, Milani, Mittag, Moll, Mutters, Neff, Netuschil, Neumüller, Nonnenmacher, Oliver, Pankow, Parchami, Peleska, Peter, Pieper, Plant, Preisig-Müller, Ramaswamy, Richter, Rulsch, Rusdea, Roggendorf, Schaudig, Schneider, Schulz, Seitz, Steiniger, Sultan, Suske, Tebbe, Teymoortash, Vosen, Wagner, Weber, Weber, Weigl, Weihe, Werner, Westermann, Winter, Wolf, Wrocklage

10. Anhang

Bogen zur Datenerhebung

1. Geschlecht: männlich, weiblich

2. Geburtsdatum: Geburtsmonat, Geburtsjahr

3. Alter bei Erstbehandlung

4. Behandler: Klinikzahnarzt, Praxiszahnarzt, Student

5. Allgemeine Anamnese: auffällig, unauffällig

6. Zahn: 16, 26, 36, 46, 17, 27, 37, 47

7. Fissurenreinigung: Ja, Nein/k.A.

8. Trockenlegung: absolut, relativ

9. Versiegelungsmaterial

10. Fluoridierung: Ja, Nein/k.A.

11. Compliance: normal, keine, sediert, Narkose

12. Datum Erstbehandlung

13. Recalltermine

14. Datum Endbehandlung

15. Behandlungszeitraum: Jahre, Monate, Tage

16. Kariesrisiko: d, m, f, dmf-t, D, M, F, DMF-T

17. Behandlungsergebnis: ohne Veränderung, FV neu, erweiterte FV, Füllung

11. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Anahita Jablonski-Momeni für ihre hervorragende Betreuung während dieser Arbeit, ihr Engagement, ihre schnellen Antworten und tollen Ideen.

Auch möchte ich mich bei Dr. Boris Jablonski für die Bereitstellung der Praxisdaten und seine Unterstützung während der Erhebung bedanken.

Dem Team der Abteilung für Zahnerhaltung und dem Team der Zahnarztpraxis danke ich ebenfalls für ihre Hilfsbereitschaft im Laufe der Datenerfassung.

Ein ganz großes Dankeschön gilt meiner Familie und meinen Freunden für die Motivation und die vielen guten Worte.

Und von Herzen möchte ich mich vor allem auch bei Thomas für das Rücken freihalten, sein Verständnis, seine Hilfe und einfach für sein Dasein während der gesamten Zeit bedanken.